TÜBİTAK

59 yaşında

Bilim ve Teknik

Aylık Popüler Bilim Dergisi Ekim 2025 Yıl 59 Sayı 695 - 39 TL

YAPAY ZEKÂ ÇAĞINDA EĞİTİM

Öğretmenin yerini makineler alabilir mi?

Ay'ın Öte Yüzünün Jeolojisi

Tatlı Sularda Küresel Azalma

Uzay Yarışında İlkler

2025'in En iyi Doğa Fotoğrafları

Pestisitlerin Güvenli ve Sürdürülebilir Kullanımı

Kızılötesi Görüş Lensleri

ISSN 1300-3380

Bilim ve Teknik Ekim 2025 Yıl 59 Sayı 695 YAPAY ZEKÂ ÇAĞINDA EĞİTİM

"Benim mânevi mirasım ilim ve akıldır."
Mustafa Kemal Atatürk

Bilim ve Teknik

Aylık Popüler Bilim Dergisi
Yıl 59 Sayı 695
Ekim 2025

İmtiyaz Sahibi
TÜBİTAK Adına Başkan
Prof. Dr. Orhan Aydın

Genel Yayın Yönetmeni ve Sorumlu Yazı İşleri Müdürü
Ömer Kökçam

Dergiler Müdürü
Kübra Bal Çetinkaya

Yayın Yönetmeni
Dr. Özlem Kılıç Ekici

Editör
Dr. Tuba Sarıgül

Yayın Danışma Kurulu
Ömer Kökçam
Fatma Başar
Kübra Bal Çetinkaya
Dr. E. Sümeyra Turalı Emre
Prof. Dr. Ersin Göğüş
Dr. Berat Z. Haznedaroğlu
Dr. Yeşim İmamoğlu
Prof. Dr. Raif Kandemir

Araştırma ve Yazı Grubu
Dr. Özlem Ak
Mesut Erol
Dr. Mahir E. Ocak
Dr. Tuba Sarıgül
İlay Çelik Sezer
Hayriye Yetiş Avcı

Redaksiyon
Berranur Beşir
Mehmet Sığırcı

Grafik Tasarım
Hüseyin Diker

Web-Mobil Uygulama-Sosyal Medya
Dr. Tuba Sarıgül
Rıza Berkay Ayçelebi
İlkim Eda Tonuç
Ebru Yavuz

Mali Yönetmen
Adem Polat

Mali ve İdari Hizmetler
Pınar Kaya

İletişim Bilgileri
TÜBİTAK Bilim ve Toplum Başkanlığı
Dergiler Müdürlüğü
Bilim ve Teknik Dergisi
Remzi Oğuz Arık Mah.
Tunus Cad. No:80
06540 Çankaya ANKARA
bteknik@tubitak.gov.tr
bilimteknik.tubitak.gov.tr

Abone İlişkileri
abone@tubitak.gov.tr
yayinlar.tubitak.gov.tr

Baskı
Başak Matbaacılık Tanıtım
Hizmetleri İth.İhr. A.Ş.
basakmatbaa.com

Baskı Tarihi 19.09.2025

Dağıtım Turkuvaz Dağıtım Pazarlama A.Ş.
tdp.com.tr

Bilim ve Teknik Dergisi, Milli Eğitim Bakanlığı [Tebliğler Dergisi, 30.11.1970, sayfa 407B, karar no: 10247] tarafından lise ve dengi okullara; Genelkurmay Başkanlığı [7 Şubat 1979, HRK: 4013-22-79 Eğt. Krs. Ş. sayı Nşr.83] tarafından Silahlı Kuvvetler personeline tavsiye edilmiştir.

ISSN 977-1300-3380
Fiyatı 39 TL (KDV Dahil)

Her ayın 1'inde çıkar.

Cumhuriyetimizin 102. yıldönümünde hepimizin 29 Ekim Cumhuriyet Bayramı kutlu olsun!

Türkiye'nin nesiller büyüten en köklü popüler bilim dergisi, 695. sayısıyla birlikte 59. yayın yılına giriyor. "Bilim ve Teknik'le büyüdüm, büyümeye devam ediyorum.", "Bilim ve Teknik bilimi sevmemde ve kariyerimi seçmemde rol oynadı." diyecek daha nice yeni nesiller görmek, nice #bilim ve #teknoloji dolu yıllarda hep birlikte olmak dileğiyle...

Birçoğumuz günlük yaşantısında öneri sistemlerinden sohbet robotlarına, dijital asistanlardan otomatik çeviri hizmetlerine kadar birçok alanda yapay zekâyı aktif olarak kullanıyor. Artık bilgiye saniyeler içinde ulaşmak ve rutin işlerimizi algoritmalara devrederek zaman kazanmak çok olağan. Dolayısıyla eğitim alanının da yapay zekâdan etkilenmemesi düşünülemez. Öğretmenlerin sınıftaki rolü, öğrencilerin öğrenme biçimleri ve eğitim süreçlerinin yapısı yapay zekâ destekli teknolojilerle yeniden tanımlanıyor. Ancak bu gelişmeler beraberinde bazı riskleri de getiriyor. Yeşim İmamoğlu, eğitimde yapay zekânın kullanılması ve yapay zekâ okuryazarlığı ile ilgili önemli konulara değinirken yapay zekânın, doğru kullanıldığında, eğitimi dönüştürme potansiyeline sahip güçlü bir araç olduğunu da özellikle vurguluyor.

Mahir Ocak bu ayki yazısında Ay'ın Dünya'dan görünmeyen yüzünün jeolojik özelliklerini ele alıyor. Hayriye Yetiş, dergi ekibimizin de katıldığı 27. TÜBİTAK Gökyüzü Gözlem Etkinliği'nin detaylarını özetliyor, ayrıca bir diğer yazısında da 2025'in en iyi doğa fotoğraflarından ufak bir seçkiye yer veriyor. İlay Çelik Sezer, küresel ölçekte tatlı su kaynaklarındaki azalmaya dikkat çekiyor. Özlem Ak ise üç farklı yazıda potansiyel migren tedavisi, patates kızartmasının diyabet riskine etkisi ve kızılötesi görüşe imkân veren lens konularına değiniyor.

"Uzay Yarışında İlkler", "Kuyruklu Yıldız-3I/ATLAS", "Pestisitlerin Güvenli ve Sürdürülebilir Kullanımı" yazılarımız ile farklı ilgi alanlarına hitap eden *Bilim ve Teknik* ile Büyüdüm, Büyüyorum..., Bilim Haberleri, Bilim Çizgi, Tekno-Yaşam, Merak Ettikleriniz, Bilim Tarihinden Notlar, Doğa, Gökyüzü, Düşünme Kulesi, Satranç, Ayın Sorusu, Zekâ Oyunları ve Yayın Dünyası başlıklı köşelerimizi de beğenerek okuyacağınızı umuyoruz.

Bilim ve Teknik elektronik dergi arşivi (son dört sayı hariç) ücretsiz olarak herkesin erişimine açıktır (services.tubitak.gov.tr/edergi). Dergimizin daha düşük fiyata ve ücretsiz kargoyla sizlere ulaşacağı abonelik fırsatından faydalanmak, ayrıca hem yeni hem de eski sayılarımızı satın almak için yayinlar.tubitak.gov.tr adresini ziyaret edebilirsiniz. Dergimizin internet sayfasını (bilimteknik.tubitak.gov.tr), podcast kanallarını ve sosyal medya hesaplarını da takip edebilir, hayatınızdaki yerini ve size neler kattığını bizlerle paylaşabilirsiniz (bteknik@tubitak.gov.tr).

Nesiller büyüten dergimizin bu sayısını da ilgiyle okumanızı diliyor, sonraki sayılarımızı sabırsızlıkla bekleyeceğinizi umuyoruz.

Sağlıcakla ve bilimle kalın... Unutmayın #bilimokuyanbilir!

Saygılarımızla,

Özlem Kılıç Ekici

ISSN 1300338O 95
9 771300 338001

İçindekiler

4
***Bilim ve Teknik* ile Büyüdüm, Büyüyorum...**
Özlem Ak

6
Haberler

14
Gökyüzü Meraklıları 27. Kez TÜBİTAK Gökyüzü Gözlem Etkinliği'nde Bir Araya Geldi
Hayriye Yetiş Avcı

18
Bilim Çizgi
Kâmile Şevki Mutlu
Sinancan Kara

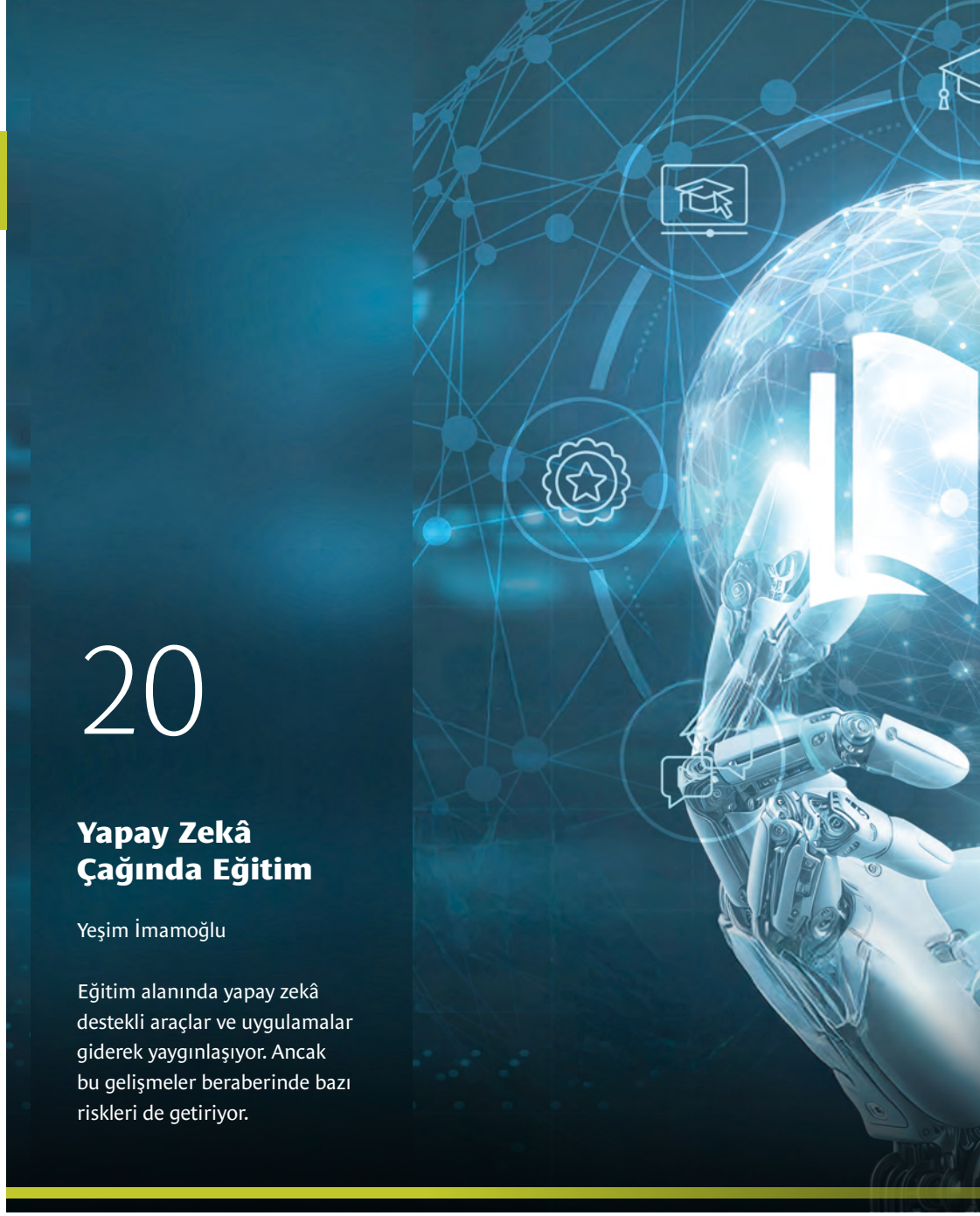
34
Tekno-Yaşam
Gürkan Caner Birer

38
Migren İlacında Yeni Bir Dönem Baş Ağrısı Başlamadan Etkili Müdahale
Özlem Ak

40
Pestisitlerin Güvenli ve Sürdürülebilir Kullanımı Mümkün
Cem Erdoğan

48
Göz Kapalıyken Bile Kızılötesi Görüş Sağlayan Lensler Geliştirildi
Özlem Ak

50
Merak Ettikleriniz
Mesut Erol



20

Yapay Zekâ Çağında Eğitim

Yeşim İmamoğlu

Eğitim alanında yapay zekâ destekli araçlar ve uygulamalar giderek yaygınlaşıyor. Ancak bu gelişmeler beraberinde bazı riskleri de getiriyor.

52
Uzay Yarışında İlkler
Alp Akoğlu

66
Patates Kızartması Tip 2 Diyabet Riskini Artırıyor mu?
Özlem Ak

68
Yıldızlararası Ortamdan Gelen Yaşlı Bir Kuyruklu Yıldız-3I/ATLAS
Faruk Soydugan

74
Bir Karede Doğa BigPicture Objektifinden 2025'in En İyi Doğa Fotoğrafları
Hayriye Yetiş Avcı

78
Bilim Tarihinden Notlar
Fârâbî'nin Bilimsel Çalışmaları II
Hüseyin Gazi Topdemir

82
Doğa - Fauna
Karakulak
Arzu Gürsoy Ergen

84
Gökyüzü
Tuba Sarıgül

88
Düşünme Kulesi
Ferhat Çalapkulu

26

Mahir E. Ocak
Ay'ın Öte Yüzünün Jeolojisi

32

İlay Çelik Sezer
Küresel Ölçekli Araştırma Tatlı Sularda Çarpıcı Düzeyde Azalmaya İşaret Ediyor

90
Satranç
Kıvanç Çefle

93
Ayın Sorusu
Azer Kerimov

94
Zekâ Oyunları
Emrehan Halıcı

96
Yayın Dünyası
Özlem Kılıç Ekici

Bilim ve Teknik
tubitakbiltek
tubitakbilimteknik
TÜBİTAK Bilim ve Teknik
bilimteknik.tubitak.gov.tr/

Dergimizin içeriğinden seçerek hazırladığımız bilimsel ve teknolojik bilgileri *Bilim ve Teknik* dergisinin internet sitesi ve sosyal medya hesapları aracılığıyla takip edebilirsiniz.

Dergimize "Bilim ve Teknik ile Büyüdüm, Büyüyorum...", "Düşünme Kulesi" ve "Ayın Sorusu" köşeleri ile ilgili içerik gönderen okurlarımız, "Kişisel Verileri Koruma Kanunu" kapsamında, paylaştıkları verilerin ve bilgilerin dergimiz tarafından yayınlanmasına açık rıza göstermiş sayılacaktır.

Elektronik dergi arşivimiz (son dört sayı hariç) herkesin erişimine açıktır. Son dört aya ait sayılara sadece abonelerimiz erişim sağlayabilir.

TÜBİTAK Popüler Bilim Yayınları sitesinden dergilerimize abone olabilir, hem yeni hem de eski sayılarımızı satın alabilirsiniz.

Bilim ve Teknik podcast kanalları ile kulağınız her daim bilimde olsun! Podcast içeriklerimizi Spotify, YouTube Music, Apple Podcast ve SoundCloud'dan dinleyebilirsiniz.

Bilim ve Teknik ile Büyüdüm, Büyüyorum...

Dr. Özlem Ak [*TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi*

Okurlarımızın *Bilim ve Teknik* dergisinin hayatlarındaki yerini, onlara neler kattığını, geleceklerine yön verirken nasıl bir rol oynadığını bizimle paylaştıkları mektuplarını yayımlamaya devam ediyoruz. *Bilim ve Teknik* ile ilgili anılarını, duygu ve düşüncelerini bizimle paylaşan okurlarımıza çok teşekkür ediyor, "*Bilim ve Teknik* bilimi sevmemde ve kariyerimi seçmemde rol oynadı" diyen okurlarımız için mektuplarını gönderebilecekleri adresimizi hatırlatıyoruz: bteknik@tubitak.gov.tr

"Geleceğe ışık"

Merhaba,
Bilim ve Teknik dergisi bana her zaman yeni ufuklar açtı, öncü teknolojilere dair farkındalığımı artırdı ve beni hep daha fazlası için motive etti. Yaptığınız yayınlar, benim ve eminim ki birçok insanın geleceğine ışık tutuyor.

Galip Talha Erbaş

"Geleceğe yön veriyor"

Merhaba,
Bilim ve Teknik, çocuklara ve gençlere bilim merakı aşılayarak geleceklerine yön vermeyi kolaylaştıran çok önemli bir misyonu yerine getiriyor. Bu değerli katkılarınız için sonsuz teşekkürler!

Yasin Karaca

"Çok yararlı"

Merhaba,
Bilim ve Teknik, gençler için bilimsel gelişmeleri basit ve anlaşılır bir dille açıklayan çok yararlı, sevdiğim bir dergidir.

Abolfazl Elsaghi

"Bilimle büyüdüm"

Merhaba,
Bilim ve Teknik çocukluğumun dergisiydi. Şimdi de bilimle büyüdüğüm gençliğimin dergisi.

Elif Küçükçakır

“Hep ışık tuttu”

Merhaba,
Çocukluğumdan beri *Bilim ve Teknik* okuyorum. Bilim merakımı bu dergiyle pekiştirip geliştirdim. Bilim insanı olma yolunda bana hep ışık tuttu. *Bilim ve Teknik*’i çok seviyorum. Umarım nice gence ve çocuğa hep ışık tutmaya devam edersin.

Zühal Berna İyisoy

“Bilim ve eğlence bir arada”

Merhaba,
Bilim ve Teknik bilim ve eğlencenin bir arada olduğu hem astronomi hem disiplinler arası konularda hem de temel bilimler hakkında bilgi ve deneyim kumbaramı birçok kıymetli bilgi ile dolduran şahane bir dergi. Emeği geçen herkese çok teşekkürler.

Zeynep Ulutaş

“Hâlâ benimle”

Merhaba,
Bilim ve Teknik’i babamla, oturduğumuz sitedeki marketten ilk kez aldığım günü dün gibi hatırlıyorum. O zaman miniciktim, şimdi 23 yaşındayım. Hâlâ benimle… Umarım enerjisi katlana katlana artar. Bilimle!

Öykü Coşkun

“Nesilden nesile bir bilim sevdası”

Merhaba,
Bilimle iç içe nice yıllarınızın olmasını diler, genç nesillere örnek olan birikimlerinizin gelecek nesillere de ışık tutmasını temenni ederim.

Mahmut Özaydın

“Yıllardır süren bir tutku”

Merhaba,
Küçüklüğümde küçük bir ilçede yaşamama rağmen şehir merkezine her gittiğimde ilk durağım *Bilim ve Teknik* dergisini satan bayi olurdu. Şimdi ise yıllardır abonesi olduğum dergiyi her ay büyük bir keyifle okuyorum. Ağustos ayındaki TÜBİTAK Gökyüzü Gözlem Etkinliğinde her ay yazılarını ilgiyle takip ettiğim yazarlarla tanışma fırsatı bulduğum için çok mutluyum. Nice başarılı yıllara *Bilim ve Teknik*!

Zeynep Tuğçe Çelik

“Ufkumu genişleten dergiye minnet”

Merhaba,
Çocukluğumu renklendiren ve ufkumu genişleten uzay bilimlerine olan ilgimi akademik hayatımda bile hissediyor olmaktan gurur duyuyorum. Bu konuda *Bilim ve Teknik* dergisinin payı çok büyük. Her şey için teşekkür ederim.

Yasin Altunbaşak

“Doğduğum günden beri bir tutku”

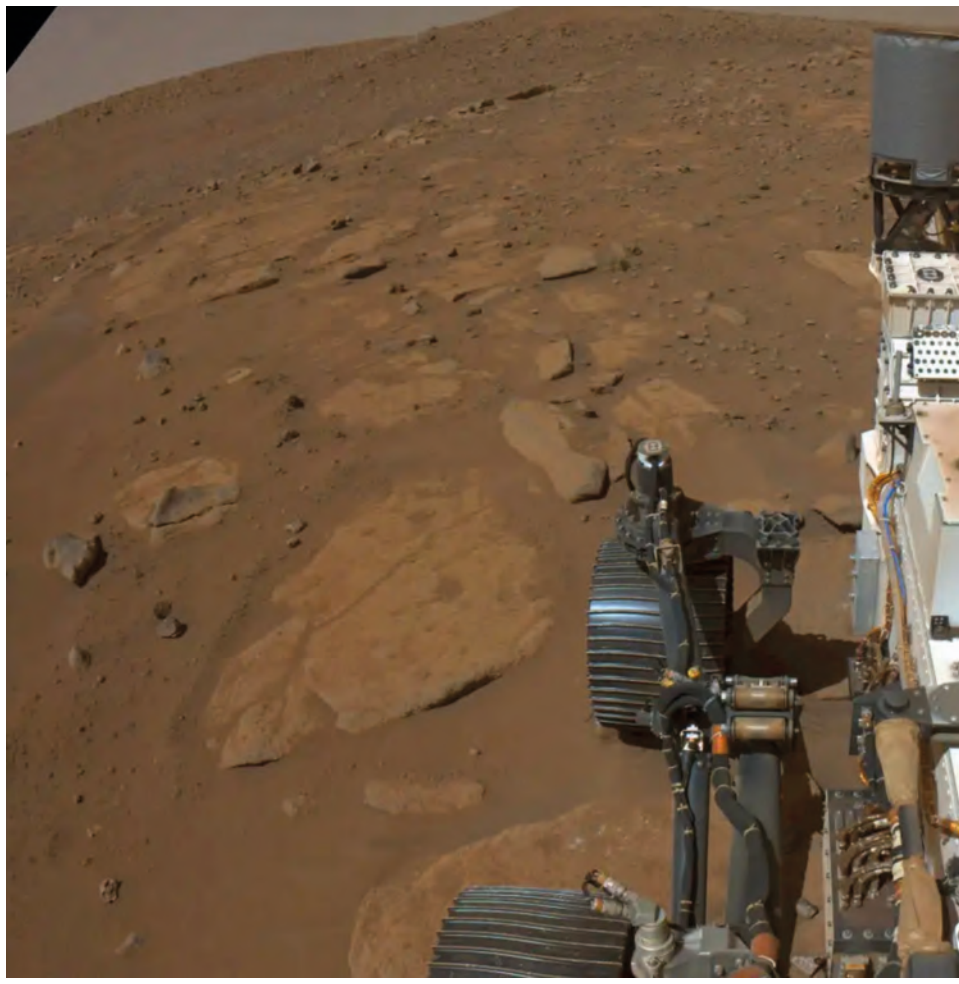
Merhaba,
Doğduğum günden beri bir *Bilim ve Teknik* tutkunu olmaktan duyduğum gururu, TÜBİTAK etkinliklerinde derginin ekibiyle tanışıp fotoğraf çektirerek bir kez daha yaşadım. Bilim ve teknoloji merakını bana âdeta bir miras olarak aşılayan ve onlarca bilgi öğrenmeme vesile olan tüm ekibinize sonsuz teşekkürler.

Eren Yektin

Haberler

Mars'ta Yaşam İhtimalini Destekleyen Yeni Kanıtlar Bulundu

İlay Çelik Sezer

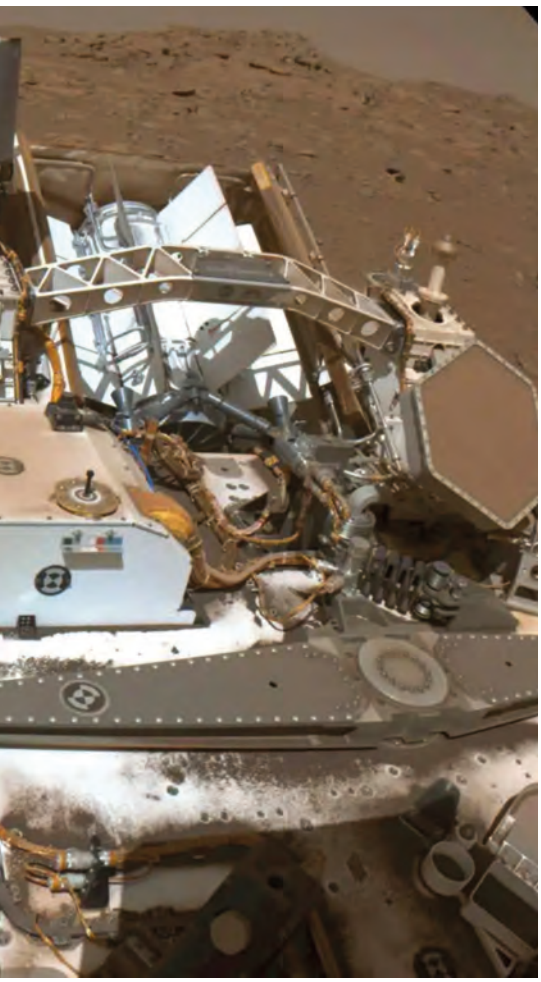


NASA'nın Perseverance aracının Mars'ta bir zamanlar yaşam olabileceğine işaret eden yeni bulgulara ulaştığı haberi kamuoyunda heyecanla karşılandı. Perseverance geçtiğimiz yıl gezegenin yüzeyinde yer alan Jezero kraterinin batı kenarındaki Neretva vadisinde Bright Angel adı verilen jeolojik bir oluşum keşfetmişti. Yüksek çözünürlüklü görüntülerde kayacın üzerinde belirgin desenler fark edilmiş, bilim insanları bu yapıları "leopar benekleri" ve "haşhaş tohumları" olarak isimlendirmişti.

Dünya'da benzer oluşumlar genellikle mikroorganizmaların enerji üretimi sırasında gerçekleşen indirgenme-yükseltgenme (redoks) tepkimelerinin izleri olarak değerlendiriliyor. Bright Angel'da bulunan kayaç üzerindeki izler kalsiyum sülfat tabakaları arasında yer alıyordu ki kalsiyum sülfat mineralleri, yaşamın temel bir koşulu olarak kabul edilen suyun varlığında oluşur.

Yeni açıklanan bulgularda Bright Angel'daki "Sapphire Canyon" ve "Masonic Temple" alanlarında kilce zengin kayaçlara rastlandı. Bu örneklerde yeşilimsi tonlarda, demir fosfat ve demir sülfür mineralleri saptandı. Dünya'da benzer mineraller, mikrobiyal süreçlerin ürünü olabiliyor. Dahası bu minerallerin dağılımının organik bileşiklerin yoğunluğuyla ilişkili olduğu görüldü. Bu durum, kayaçların biyolojik kökenli olma olasılığını daha da güçlendiriyor.

Araştırmacılar, bu yapıların "potansiyel biyoişaret" niteliğinde olmakla birlikte kesin yaşam kanıtı olmadığını söylüyor. Yani mevcut bulgularla Mars'ta yaşam izi bulunduğu sonucuna varmak doğru değil. Çünkü dünya dışı yaşam üzerine çalışan astrobiyologların bu konuda bilimsel olarak kesin bir sonuca varabilmek için esas aldığı yedi basamaklı "Yaşam Tespiti Güven Ölçeği" kriterlerine göre mevcut bulgular oldukça sınırlı ve yalnızca dolaylı işaretler niteliğinde. Kanıtlar daha çok yaşamın var olabileceğini düşündüren kimyasal ve jeolojik izler olarak kabul ediliyor.



newscientist.com

Bulguların ne anlama geldiğinin daha iyi anlaşılması içinse Perseverance'ın topladığı örneklerin Dünya'ya getirilip laboratuvarlarda incelenmesi gerekiyor. Ancak Mars'ta toplanan örnekleri Dünya'ya getirmek için planlanan Mars Sample Return misyonu bütçe kesintileri yüzünden iptal edilme tehlikesiyle karşı karşıya. Bilim insanlarına göre bu yeni bulgular söz konusu görevin ne kadar kritik olduğunu bir kez daha ortaya koyuyor. Çünkü Mars'ta bir zamanlar yaşamın olması ihtimali şimdi hiç olmadığı kadar güçlü bulgularla destekleniyor. ■

https://www.newscientist.com/article/2495776-nasa-hasnt-found-life-on-mars-yet-but-signs-are-promising/

Doğanın En Verimli Takım Oyuncuları Olan Karıncalar

Özlem Ak

İnsanlarda ve birçok hayvanda takım çalışması sırasında ekip büyüdükçe bireysel çabanın düştüğü bilinir. Bu olgu, 19. yüzyılda Fransız mühendis Max Ringelmann'ın tanımladığı Ringelmann etkisi ile açıklanır. Ringelmann, halat çekme deneylerinde grup büyüdükçe ipe uygulanan toplam kuvvetin arttığını ama kişi başına düşen bireysel çabanın azaldığını tespit etmişti. Nedeni ise büyük gruplarda koordinasyonun zorlaşması ve sorumluluk hissi azaldığında bireylerin daha az çaba göstermesi ile açıklanır.

Hindistan'dan Kuzey Avustralya'ya kadar uzanan geniş bir bölgede yaşayan weaver karıncaları ise bu eğilimi bozuyor. Weaver karıncaları yuva yapmak için ağaçlardaki canlı yaprakları birbirine çekip larva ipeğiyle birleştiriyor. Bu sırada birbirlerine tutunarak "çekme zincirleri" oluşturuyor. Her karınca, önündekinin karnını çenesiyle kavrıyor ve hep birlikte yaprağı katlamak için çalışıyorlar.

Macquarie Üniversitesinden Chris Reid ve ekibi, bu karıncaların çekme zincirleri oluştururken uyguladıkları kuvveti ölçmek için onlara gerçek yaprak yerine yapay kâğıt yapraklar verip ucuna hassas bir kuvvet ölçer bağladı. Ekipteki karınca sayısına bağlı olarak toplam ve bireysel kuvvet sürekli kaydedildi. Beklenti, Ringelmann etkisi gereği uygulanan bireysel kuvvetin azalmasıydı. Ancak

Dr. Chris Reid, Macquarie Üniversitesi

sonuçlar tam tersini gösterdi: Tek bir karınca, kendi ağırlığının yaklaşık 60 katı kuvvet uygulayabilirken 15 karıncadan oluşan ekipte bu değer 100 katı aştı. Yani ekip büyüdükçe bireysel verim neredeyse iki katına çıktı.

Araştırmacılar bu süper verimliliğin sırrının iş bölümünde olduğunu buldu. Zincirin arkasındaki karıncalar, bacaklarını gererek pasif direnç sağlıyor ve yere sıkıca tutunuyor, öndekiler ise aktif olarak çekiyor. Böylece "kuvvet mandalı" denen bir mekanizma oluşuyor. Bu mekanizma sayesinde kayma engelleniyor, kuvvet zincir boyunca aktarılıyor ve her bir birey en yüksek performansına ulaşabiliyor. Üstelik weaver karıncalarının yere tutunma kuvveti, diğer karınca türlerinden oldukça fazla.

Bu keşif, karmaşık görevleri yerine getirebilen, tek bir robota göre daha basit yapıda ve birlikte hareket kabiliyetine sahip olan sürü robot teknolojileri için ilham kaynağı olma potansiyeline sahip. Karıncaların stratejilerini taklit eden robotlar, yalnızca Ringelmann etkisini aşmakla kalmayıp ekip hâlindeyken bireysel performanslarını da artırabilir. ■

https://doi.org/10.1016/j.cub.2025.07.038

Evrenin Bilinen En Eski Kara Deliği Keşfedildi

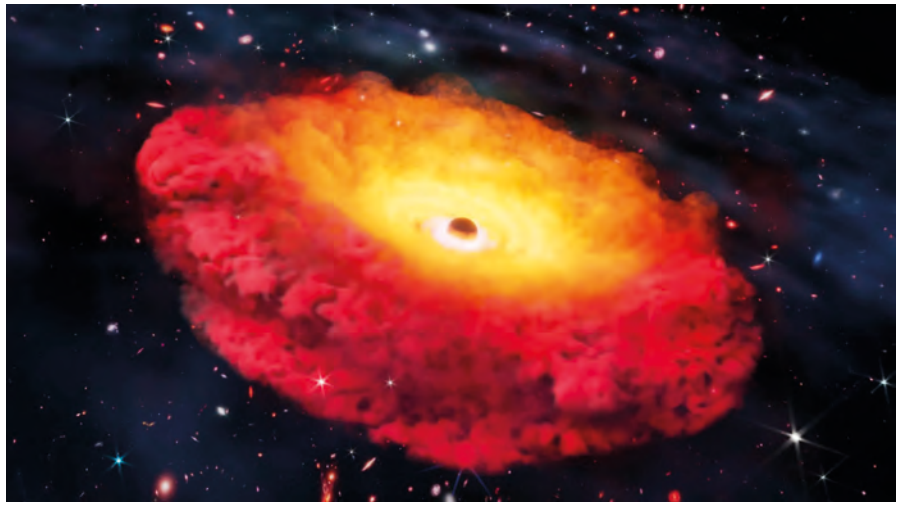
Mahir E. Ocak

James Webb Uzay Teleksobu (JWST) ile gözlemler yapan bir grup araştırmacı, oluşum zamanı bakımından, evrenin bilinen en eski kara deliğini keşfetti. Büyük Patlama'dan sadece 500 milyon yıl sonra var olduğu tespit edilen kara deliğin kütlesi Güneş'inkinin 300 milyon katı kadar. Süper kütleli kara delik, evrenin erken zamanlarında var olmuş "ufak kırmızı nokta" türü bir gök adanın merkezinde yer alıyor.

Işık uzayda sonlu bir hızla yayıldığı için uzayda ne kadar uzağa bakarsak zamanda o kadar geriyi görürüz. JWST ile araştırmalar yapan CAPERS projesi araştırmacıları da en uzak ve dolayısıyla evrenin en eski zamanlarında oluşmuş gök adaları keşfetmeye ve incelemeye çalışıyor. CAPERS projesi çalışanlarından, University of Texas Austin'den bir grup araştırmacı, oluşum zamanı bakımından, evrenin bilinen en eski kara deliğini keşfetti. CAPERS-LRD-z9 adı verilen gök adanın merkezinde yer alan kara deliğin tespit edilmesini sağlayan ışık ışınları, Büyük Patlama'nın 500 milyon yıl sonrasından beri uzayda yol alıyordu. Bu durum kara deliğin ve kara deliğin içinde bulunduğu gök adanın günümüzden yaklaşık 13,3 milyar yıl önce var olduğunu gösteriyor.

CAPERS-LRD-z9, JWST çalışmaya başladıktan sonra keşfedilmiş, yeni bir tür gök ada örneği. Ufak kırmızı noktalar olarak adlandırılan, evrenin ilk 1,5 milyar yıllık döneminde var olmuş bu kırmızı renkli gök adalar daha önceleri bilinenlere kıyasla hem çok daha yoğun hem de çok daha parlak.

CAPERS-LRD-z9'un merkezinde keşfedilen kara delik, ufak kırmızı nokta türü gök adaların yapısı



Erik Zumalt, The University of Texas Austin

hakkında da bilgi veriyor. Normalde bir gök adanın aşırı parlak olması, içinde çok sayıda yıldız olmasına bağlanır. Ancak gök adanın yaşının görece küçük olması göz önüne alındığında gözlemlenen parlaklığı açıklayabilecek kadar yüksek miktarda yıldız bulundurması olasılık dışı. Merkezinde süper kütleli bir kara delik bulunması ise gök adanın aşırı parlaklığına bir açıklama getiriyor. Çünkü kara deliklerin güçlü kütle çekimi, etrafındaki madde bulutlarından ışık yayılmasına yol açar.

Keşfedilen yeni gök ada ufak kırmızı noktaların rengi ile ilgili de bir açıklama sunuyor. Araştırmacılar, bu tür gök adaların parlak kırmızı rengini kara deliğin etrafından yayılan ışığın kara deliği çevreleyen yoğun madde bulutundan geçerken renginin kırmızıya kaymasına bağlıyor.

CAPERS-LRD-z9'un merkezindeki kara deliğin aşırı büyük kütlesi de dikkat çekici. Bir kara deliğin birkaç yüz milyon yılda Güneş'inkinin 300 milyon katına ulaşacak kadar büyük miktarda kütle biriktirmesi beklenen bir durum değildir. Bu gözlem, evrenin ilk dönemlerinde kara deliklerin daha önceleri düşünülenden daha hızlı büyüdüğüne ya da başlangıçtaki kütlelerinin daha önceleri tahmin edilenden daha büyük olduğuna işaret ediyor. ■

https://iopscience.iop.org/article/10.3847/2041-8213/ade789

daecheol / iStock

Hasta Bir İnsan Bize Yaklaştığında Beynimiz Tepki Veriyor

İlay Çelik Sezer

Yeni bir araştırmada bir insan hasta bir insanı sadece görse bile beyninde bağışıklık tepkisini tetikleyen etkinlikler ortaya çıktığı tespit edildi. *Nature Neuroscience*'ta yayımlanan araştırmada bilim insanları, insan vücudunun patojenlerden yani hastalık etmeni mikroorganizmalardan kaynaklanabilecek tehlikeyi patojenle temas etmeden önce sezip sezmediğini test etmek için bir deney tasarladı.

Deneyde bir grup gönüllü katılımcıya sanal gerçeklik (VR) gözlükleri takılarak avatarlar yani sanal ortamda canlandırılmış karakterler gösterildi. Katılımcılara giderek daha çok yaklaşan ancak onlara dokunmayan bu avatarların bir kısmı cilt kızarıklığı ve öksürük gibi hastalık belirtileri gösterirken diğerleri sağlıklı görünüyordu. Gerçek insanlar yerine avatarların gösterilmesi sayesinde katılımcıların enfeksiyon kapma riski önlenmiş oldu.
Bir başka gönüllü grubuna ise avatarlar gösterilmedi. Bu gruba gerçekten bir patojene maruz kalma durumunu temsil etmesi amacıyla influenza aşısı yapıldı.

Araştırmacılar deneyler sırasında fMRI tekniği ile katılımcıların beyin etkinliğini inceledi. Hastalık

belirtisi gösteren avatarların yaklaştığı katılımcıların beyninde kişisel alan ile ilişkili bölgelerinin etkinleştiği belirlendi. Ayrıca beyindeki "dikkat çekerlik ağı" olarak bilinen sinirsel ağda etkinlik artışı gözlendi. Bu, beynin farklı bölgelerinden gelen uyaranları değerlendirerek hangilerinin dikkat ve davranış için önemli olduğunu belirleyen bir sinir ağı.

Beyindeki bu etkinlikler ise vücudun patojenlere karşı ilk savunma hattının bir parçası olan "doğuştan gelen lenfoid hücreler"in kandaki yoğunluğunda ve etkinliğinde artışı tetikledi. Bu hücrelerin kandaki yoğunluğu ve etkinliği, hastalık belirtisi gösteren avatarların yaklaştığı katılımcılarda sağlıklı avatarların yaklaştığı katılımcılara göre daha yüksekti. Ayrıca hasta görünen avatarların yaklaştığı katılımcılardaki bağışıklık etkinliği influenza aşısı yapılan katılımcılarla benzer düzeydeydi. Araştırmanın sonuçları, sinir sistemi ve bağışıklık sistemi gibi iki karmaşık sistemin potansiyel tehlikelere karşı vücudu korumak için nasıl birlikte çalıştığına ilginç bir örnek oluşturuyor. Araştırmacılar, sanal gerçeklik uygulamalarının ileride aşıların etkinliğini artırmak amacıyla kullanılabileceğini düşünüyor. ■

https://www.nature.com/articles/d41586-025-02363-7

Keratinden Sağlıklı Dişler

Özlem Ak

Asitli yiyecekler, kötü beslenme alışkanlıkları, yetersiz ağız bakımı ve yaşlanma, zamanla diş minesini incelterek altındaki hassas tabakayı açığa çıkarıyor. Mine tabakası kendini yenileyemediği için geri dönüşü olmayan bu aşınma, çürüklerin ilerlemesiyle dişin dayanıklılığını neredeyse tamamen yok edebiliyor. Bu durumda ağrı, hassasiyet ve hatta bazen diş kaybı kaçınılmaz hâle geliyor. Diş minesi kaybı, dünya genelinde yaklaşık 2 milyar insanı etkileyen yaygın bir sorun. Günümüzde bu konudaki çözümler ise maalesef sınırlı. Florürlü diş macunları mine erozyonunu sadece yavaşlatabiliyor, reçine dolgular ise toksik olabilmelerinin yanı sıra gerçek mine kadar dayanıklı değil. King's College London'daki bilim insanları, *Advanced Healthcare Materials* dergisinde yayımladıkları araştırmalarının sonucunda saç, cilt ve yünde bulunan keratin proteini sayesinde diş minesini yenilemenin yolunu buldu.

Araştırmacılar koyun yününden elde ettikleri keratini, doğal tükürüğün kimyasal içeriğini taklit eden bir sıvıyla birleştirdi. Keratin, diş minesinin ana yapı taşları olan kalsiyum ve fosfat iyonlarını yapay tükürükten çekerek diş yüzeyinde kristal benzeri bir iskelet oluşturdu. Bu yapı yalnızca mineye benzemekle kalmıyor, zamanla kalsiyum ve fosfat iyonlarını biriktirerek dişin etrafında koruyucu bir tabaka oluşturuyor. Böylece mine tabakasındaki aşınan bölgelerin onarılması, hassas sinir uçlarının korunması ve dişin doğal parlaklığının geri kazanılması mümkün oluyor.

Araştırma ekibi, farklı keratin türlerini ve ek proteinleri bir araya getirerek malzemenin sağlamlığını ve dayanıklılığını artırdı. Çalışmanın ilk yazarı Sara Gamea, bu yaklaşımın

scyther5 / iStock

keratinin biyolojik atıklardan (saç, deri, yün) sürdürülebilir şekilde üretilebilmesini mümkün kıldığını aynı zamanda plastik bazlı reçinelerin kullanıldığı geleneksel diş tedavilerine kıyasla toksik olmaması ve doğal diş rengini taklit edebilmesiyle de önemli bir gelişme olduğunu söylüyor. Keratin bazlı bu yöntem, yakın gelecekte diş macunu formunda günlük olarak kullanılabilir ya da tırnak cilasına benzer bir jele dönüştürülerek diş hekimleri tarafından uygulanabilir. Araştırmacılar, bu ürünlerin iki ila üç yıl içinde piyasaya çıkabileceğini öngörüyor. ■

https://doi.org/10.1002/adhm.202502465

Buz Büküldüğünde Elektrik Üretiyor

Mahir E. Ocak

Surasak_K / iStock

Uluslararası bir araştırma grubu düzensiz bir biçimde bükülen buz kütlelerinin elektrik ürettiğini keşfetti. Dr. Xin Wen ve arkadaşları tarafından yapılan araştırmanın sonuçları *Nature Physics*'te yayımlandı.

Buz, yeryüzünde en bol bulunan maddelerden biri olsa da yapısının ve özelliklerinin tam olarak anlaşılabildiği söylenemez. Çin'deki Xi'an Jiatong Üniversitesinden ve ABD'deki Stony Brook Üniversitesinden bir grup araştırmacı buzun daha önceleri bilinmeyen bir özelliğini keşfetti. Buz kütlelerinin metal levhalar arasında sıkıştırıldığı düzeneklerle yapılan deneysel çalışmalar, buzun fleksoelektrik bir malzeme olduğunu gösterdi. Başka bir deyişle düzensiz bir biçimde bükülen buz kütleleri elektrik üretiyor.

Yapılan keşif sadece teknolojik uygulamalar için potansiyel taşımakla kalmıyor, şimşeklerin oluşumu gibi doğal süreçlere de açıklama getiriyor. Şimşeklerin bulutlardaki buz parçacıkları arasındaki çarpışmalar sonucunda biriken elektrik potansiyelinin serbest kalmasıyla ortaya çıktığı bilinir. Ancak yakın zamanlara kadar bu potansiyel birikmesinin nasıl gerçekleştiği tam olarak anlaşılamamıştı. Buz piezoelektrik özellik göstermez. Başka bir deyişle basitçe sıkıştırıldığında elektrik üretmez. Buzun fleksoelektrik özellik gösterdiğinin keşfedilmesi ise şimşeklerin ortaya çıkmasına yol açan elektrik potansiyeli birikmesinin nasıl gerçekleştiğine bir açıklama getiriyor.

Araştırmacılar ayrıca buzun elektrik üretmesinin ikinci bir yolu olduğunu daha keşfetti. Deneyler, sıcaklığı -113 °C'nin altına düştüğünde buzun yüzeyinde ferroelektrik bir katman ortaya çıktığını gösteriyor. Bu durum buz yüzeyinin elektriksel olarak polarize olabildiği anlamına geliyor. Belirli koşullar altında ferroelektrik özellik göstermesi buzu, ileri teknoloji ürünü sensörlerde ve kapasitörlerde kullanılan titanyum dioksit gibi malzemelerin seviyesine taşıyor.

Bu keşif, gelecekte soğuk koşullarda üretilen ve çalışan, buzun aktif madde olarak kullanıldığı yeni elektronik cihazların geliştirilmesine imkân sağlayabilir. Detaylı bilgiye *Nature Physics*'te yayımlanan makaleden ulaşabilirsiniz. ■

https://www.nature.com/articles/s41567-025-02995-6

Kedinizle Kedice İletişim Kurmanın Bir Yolu

İlay Çelik Sezer

Kedilerin özellikle de köpeklerle kıyaslanınca insanlarla yakınlık kurma konusunda çok daha mesafeli oldukları düşünülür. Son yıllarda yapılan araştırmalar bu düşünceyi değiştirmeye başladı. Artık kedilerin de insanlarla bağ kurabildiğine işaret eden çok sayıda bilimsel bulgu var. Sonuçları *Scientific Reports*'ta yayımlanan bir araştırmada da kedilerde sık görülen gözlerini kısarak yavaşça göz kırpma hareketinin insanlar tarafından tekrar edilmesi durumunda kediyle iletişimi olumlu yönde desteklediği yönünde bulgular elde edildi.

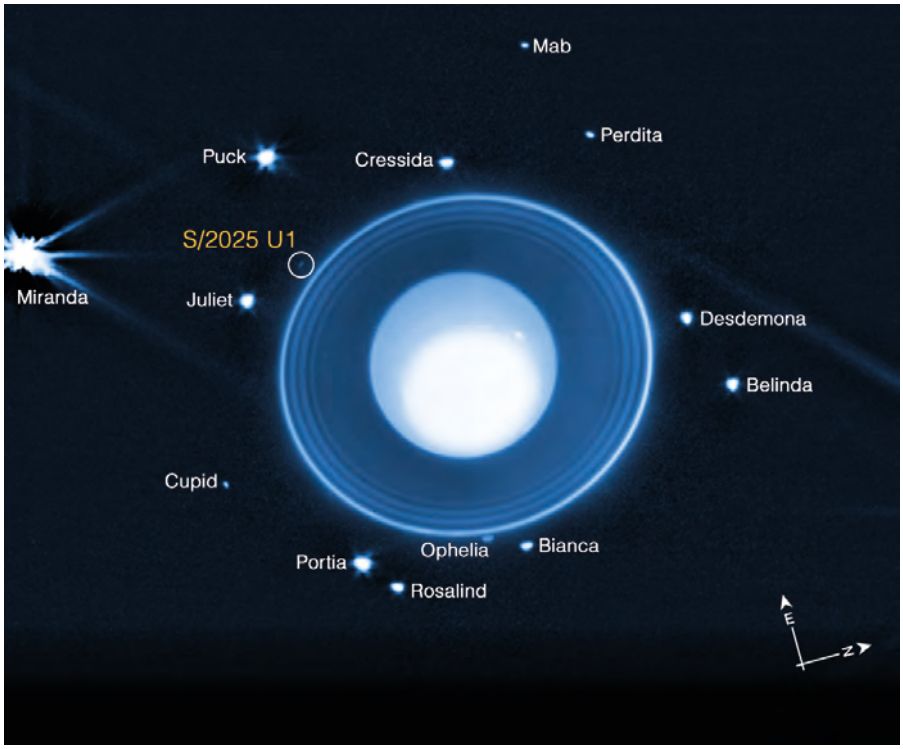
Özellikle kedisi olanlar, kedilerinin kendileriyle göz teması hâlindeyken gözlerini kısıp yavaş bir şekilde kapayıp açtığına şahit olmuştur. Yavaş göz kırpma olarak bilinen bu davranışı taklit etmenin kediye olumlu bir iletişim kurma mesajı verdiğine yönelik kişisel gözlemler var. Ancak bir grup psikolog bunun doğru olup olmadığını bilimsel olarak test etmek istedi.

Araştırmacılar yavaş göz kırpma davranışının kedilerle insanlar arasındaki iletişim açısından anlam taşıyıp taşımadığını anlamaya yönelik deneyler yaptı. Yavaş göz kırpma genellikle birkaç kez yarım göz kırptıktan sonra gözü uzun süre kısma ya da kapatma şeklinde gerçekleşiyor. Araştırmacıların yaptığı ilk deneyde 14 farklı evde yaşayan 21 kedi yer aldı. Kedi, evindekine benzer bir ortamda rahat bir şekilde yerleşmişken sahibi yaklaşık 1 metre mesafede kedinin karşısına oturdu. Kedi sahibiyle göz teması kurduğunda sahibi yavaş göz kırpma hareketini yaptı. Sonuçta sahipleri yavaş göz kırpma hareketini yaptığında kedilerin yarım göz kırpma ve göz kısma davranışını, sahiplerinin uyaran vermediği duruma göre daha sık gerçekleştirdiği görüldü. İkinci deneyde ise yavaş göz kırpma davranışını kedinin sahibi değil daha önce hiç karşılaşmadığı bir araştırmacı tekrar etti. Deneyde, birinci deneye katılmayan 24 kedi yer aldı. Araştırmacılar yavaş göz kırpma hareketinin yanı sıra kediye ellerini uzattı. İkinci deneyin sonucunda ise kediler yavaş göz kırpma hareketini yapan ve sonrasında ellerini uzatan araştırmacılara göz kırparak tepki verme ve yaklaşma konusunda, araştırmacının uyaran vermediği duruma kıyasla daha yüksek oranda isteklilik gösterdi.

Sonuçlar araştırmacılara yavaş göz kırpma davranışının kedilerle insanlar arasında olumlu yönde bir duygusal iletişim biçimi olduğunu düşündürdü. ■

https://www.sciencealert.com/scientists-reveal-a-simple-technique-to-communicate-with-your-cat

ValaCrenier / iStock



esawebb.org

Uranüs'ün bilinen 29 uydusundan 13'ü ve yeni keşfedilen S/2025 U1 ile birlikte görülüyor

Uranüs'ün Yeni Bir Uydusu Keşfedildi

Faruk Soydugan

James Webb Uzay Teleskobu ile yapılan gözlemler sonucunda Uranüs'ün bilinen uydu sayısı 29'a çıktı. S/2025 U1 adı verilen bu yeni uydunun keşfi, James Webb'in gelişmiş gözlem kapasitesini bir kez daha ortaya koyuyor.

2 Şubat 2025 tarihinde James Webb Uzay Teleskobu'nun kızılötesi dalga boyunda gözlem yapan NIRCam kamerası kullanılarak Uranüs'ün daha önce bilinmeyen yeni bir uydusu keşfedildi. S/2025 U1 adı verilen uydu, Uranüs'ün merkezinden yaklaşık 56.000 km uzaklıkta bulunuyor. Uydunun çapının yaklaşık 10 km olduğu tahmin ediliyor. Yüzeyinin Güneş ışınlarını yansıtma değeri yani albedosu ise Uranüs'ün diğer küçük uydularının albedo değerine yakın.

Uranüs'ün bilinen 13 halkası bulunuyor. Gezegenin yüzeyinden dışa doğru Zeta, 6, 5, 4, Alfa, Beta, Eta, Gama, Delta, Lambda, Epsilon, Nu ve Mu olarak isimlendirilen halkalardan en parlak olanı Epsilon. Epsilon'un gezegenin merkezine olan uzaklığı yaklaşık 51.000 km. Uranüs'ün bilinen en dış iki halkası olan ve son derece sönük görünen Nu ve Mu halkalarının gezegenin merkezine uzaklığı ise sırasıyla ~67.000 km ve ~97.000 km. Yani yeni keşfedilen S/2025 U1 uydusu Epsilon'un hemen ötesinde bulunuyor.

S/2025 U1, Uranüs'ün ekvator düzleminde ve dairesel bir yörüngede dolanıyor. Bu, uydunun Uranüs'ün kütle çekim etkisiyle sonradan yakalanmadığı, şu an bulunduğu konumun yakınlarında oluştuğu düşüncesini destekliyor.

Voyager 2, 1986'da Uranüs'ün yaklaşık 82.000 km yakınından geçmiş ve gezegenin ilk yakın çekim görüntüsünü çekmişti. Ancak S/2025 U1, Voyager 2 ile yapılan gözlemlerde saptanamamıştı. Uydunun, boyutunun küçüklüğü nedeniyle daha önce Voyager 2 ve diğer teleskoplar tarafından gözlemlenmesinin mümkün olmadığı düşünülüyor.

Böylesine küçük ve halkalara bu kadar yakın bir uydunun keşfedilmesi, Uranüs'ün diğer iç uydularının ve halkalarının etkileşiminin anlaşılması açısından da önem taşıyor. James Webb Uzay Teleskobu ve diğer gelişmiş gözlem teknolojileri sayesinde gelecekte Güneş sisteminde çok sayıda keşif yapılabileceği öngörülüyor. ■

https://www.nature.com/articles/s41567-025-02995-6

Gökyüzü Meraklıları 27. Kez **TÜBİTAK Gökyüzü Gözlem Etkinliği'nde** Bir Araya Geldi

Hayriye Yetiş Avcı | *TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi*

Türkiye'nin en büyük gökyüzü gözlem etkinliği olan TÜBİTAK Gökyüzü Gözlem Etkinliği, 28-31 Ağustos tarihleri arasında Erzurum'da gerçekleştirildi. Bu yıl 27. kez düzenlenen etkinlik ülkemizin dört bir yanından gök bilimi tutkunlarını bir araya getirdi.

Farklı yaş gruplarından gençlerin, öğrencilerin, ailelerin ve akademisyenlerin katıldığı etkinlik çeşitli panellere, seminerlere, bilim gösterilerine, atölye çalışmalarına ve bilgi yarışmalarına ev sahipliği yaptı. Ayrıca TÜBİTAK destekli bilim merkezleri tarafından hazırlanan bilim temalı sergiler ve atölyeler aracılığıyla çocuklar ve gençler, gök bilimiyle ilgili öğrendikleri teorik bilgileri uygulamalı etkinliklerle doğrudan deneyimleme fırsatı buldu. 39 rehber ve 84 astronom ile çok sayıda akademisyen ve araştırmacının görev aldığı etkinlikte TÜBİTAK uzmanlarının yanı sıra bilim merkezleri ve Millî Teknoloji Kulüpler Birliğine bağlı 9 astronomi kulübü de yer aldı. Erzurum Konaklı Kayak Merkezi'nde düzenlenen etkinlikte gündüz saatlerinde özel filtreli teleskoplar aracılığıyla Güneş gözlemleri yapılırken gece ise bölgenin ışık kirliliğinden uzak olmasının ve yüksek rakımının sağladığı avantajla Ay, gezegen, yıldız ve bulutsu

Inga-Av / iStock

gözlemleri yapıldı. Satürn'ün halkaları, Jüpiter'in atmosferi ve gök adamızın en yakın komşusu olan Andromeda gök adası gibi astronomik oluşumları teleskoplarla gözlemleme imkânı bulan katılımcılar, bilimle, doğayla ve yıldızlarla iç içe unutulmaz bir deneyim yaşadı.

İlk kez TÜBİTAK *Bilim ve Teknik* dergisi tarafından 1998 yılında Antalya Saklıkent'te düzenlenen TÜBİTAK Gökyüzü Gözlem Etkinliği bu yıl da gök bilimcileri ve gökyüzü meraklılarını aynı heyecanı paylaşmak üzere buluşturdu. Bilimin birleştirici gücüyle bir araya gelen gökyüzü tutkunları gökyüzü gözlem etkinliğine yoğun ilgi gösterdi. 33 binden fazla kişinin başvurduğu etkinliğe kura neticesinde 79 ilden bini aşkın misafir katıldı.

T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığının desteği; TÜBİTAK Bilim ve Toplum Başkanlığının koordinasyonu; Erzurum Valiliği, Erzurum Büyükşehir Belediyesi ve Türkiye Ulusal Gözlemevlerinin paydaşlığında gerçekleştirilen etkinliğin üçüncü günü olan 30 Ağustos, Halk Günü olarak halka açıldı. Atölyelerin, sergilerin ve gökyüzü gözlemlerinin halka açık olduğu bu günde gökyüzüne ilgi duyan katılımcılar birçok deneyim elde etme fırsatı buldu. Aynı zamanda 30 Ağustos Zafer Bayramı coşkusu düzenlenen zafer korteji ile kutlandı.

Etkinliğe Türkiye'nin ilk astronotu Alper Gezeravcı ve ilk yörünge altı uçuşunu gerçekleştiren astronotumuz Tuva Cihangir Atasever de katıldı. Söyleşi sırasında gerçekleştirdikleri uzay yolculuğunun bilimsel ve teknik detaylarına değinen astronotlarımız aynı zamanda katılımcılara ilham veren paylaşımlarda bulundu.

TÜBİTAK Gökyüzü Gözlem Etkinliği katılımcılarından gelen bazı mesajlar

Bilgi ve deneyim kumbarama yenilerinin eklenmesine fırsat sağlayan bilim ve eğlencenin bir arada olduğu şahane bir etkinlikti. Emeği geçen herkese çok teşekkürler.

Zeynep Ulutaş

Gökyüzüne merakım 5. sınıfta öğretmenim sayesinde başladı. İlk kez 2022 yılında katıldığım TÜBİTAK Gökyüzü Gözlem Etkinliği'nin bana kattıkları, uzay bilimlerine olan ilgimi daha da artırdı. Bu sene etkinliğe yeniden katılma fırsatı buldum. Bu tür etkinlikler yeni bilgiler edinmemi sağlayarak ufkumu genişletiyor.

Zeynep Sıla Akın

2016 yılından beri katıldığım tüm etkinliklerden mutlu ve motive olarak ayrılıyorum. Daha nice gökyüzü gözlem etkinliklerinde öğrenme yolculuğuna devam etmek dileğiyle…

Astronom Olcaytuğ Özgüllü

Katılmış olduğum bu ilk etkinlikten çok memnun olarak ayrılıyorum. Sonraki etkinliklerde görüşmek üzere…

Hilal Taşçı

Bilim ve Teknik Ekibi TÜBİTAK Gökyüzü Gözlem Etkinliği'nde Okurlarıyla Buluştu

TÜBİTAK *Bilim ve Teknik* dergisi, popüler bilim dergilerinin Türkiye'deki ilk örneği. Yayımlanmaya başladığı 1967 yılından beri bilimsel bilgiyi topluma ulaştırmak ve bilim okuryazarlığını artırmak amacıyla çalışmalarını sürdüren dergi astronomiden fiziğe, mühendislikten sağlığa birçok alanda gerçekleşen bilimsel keşifleri ve teknolojik gelişmeleri topluma sunuyor.

TÜBİTAK Gökyüzü Gözlem Etkinliği'nde *Bilim ve Teknik* dergisinin yazarları okurlarıyla bir araya geldi. Dergiler Müdürü Kübra Bal Çetinkaya moderatörlüğünde gerçekleşen söyleşide derginin araştırmacı yazarları Dr. Özlem Ak, Dr. Mahir E. Ocak, Dr. Tuba Sarıgül, İlay Çelik Sezer ve Hayriye Yetiş Avcı'nın kendilerini tanıtmalarının ardından katılımcılardan büyük ilgi gören bir bilgi yarışması yapıldı. Doğru cevabı bilen konuklara bir yıllık *Bilim ve Teknik* aboneliği ile TÜBİTAK Yayınlarından çıkan popüler bilim kitapları hediye edildi. Söyleşiye derginin Yayın Danışma Kurulu üyelerinden Sabancı Üniversitesi Fizik Bölümü Öğretim Üyesi Prof. Dr. Ersin Göğüş de katıldı. Sürecin bir parçası olmaktan duyduğu mutluluğu dile getiren Ersin Göğüş, *Bilim ve Teknik* dergisinin keşfetmenin heyecanını ve bilimin evrenselliğini paylaşmak için çok değerli bir yayın olduğunu ifade etti.

Bilimi yaşayarak öğrenme fırsatı sunan gökyüzü gözlem etkinlikleri gök bilimi meraklılarına yeni ufuklar açmaya devam edecek. ■

Kaynaklar

https://gozlem.tubitak.gov.tr/

https://tubitak.gov.tr/tr/haber/erzurumda-turkiyenin-en-buyuk-gokyuzu-gozlem-etkinligi-gerceklesti

Bilim Çizgi

Sinancan Kara [*bteknik@tubitak.gov.tr*

KÂMİLE ŞEVKİ MUTLU

CUMHURBAŞKANI YAVERİ, KÂMİLE ŞEVKİ MUTLU'YU ARAR. ALMANYA CUMHURBAŞKANLIĞI TARAFINDAN ANKARA ÜNİVERSİTESİNE BİR ELEKTRON MİKROSKOBU HEDİYE EDİLMİŞTİR. FAKAT ÜLKEDE HENÜZ BU YENİ TEKNOLOJİYİ KULLANABİLECEK KİMSE YOKTUR. KÂMİLE ŞEVKİ MUTLU, ELEKTRON MİKROSKOBUNUN NASIL KULLANILDIĞINI ÖĞRENMEK İÇİN ABD'NİN PHILADELPHIA EYALETİNDEKİ PENSİLVANYA ÜNİVERSİTESİNE GİDER.

KENDİSİNE ABD'Lİ MESLEKTAŞLARI TARAFINDAN HAVALİMANINDA YAPILAN UĞURLAMA, İŞTE BU ZİYARET SONRASINDA GERÇEKLEŞMİŞTİ.

YAPAY ZEKÂ ÇAĞINDA EĞİTİM

Dr. Öğr. Üyesi Yeşim İmamoğlu [*Boğaziçi Üniversitesi Eğitim Fakültesi Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü*

Öğretmenin yerini makineler alabilir mi?

Yakın geçmişte uzak bir ihtimal sayılan bu mesele, artık eğitim gündeminde önemli bir yer tutuyor. Yapay zekâ, eğitim teknolojileri alanında ders planlamasından öğrenci değerlendirmesine, kişiselleştirilmiş öğrenmeden sanal rehberliğe kadar pek çok alanda çığır açıcı değişimler yaratmaya başladı. Ancak çoğu teknolojik ilerlemede olduğu gibi bu değişim de fırsatların yanı sıra etik, pedagojik ve toplumsal riskleri beraberinde getiriyor.

Birçoğumuz günlük yaşantısında öneri sistemlerinden sohbet robotlarına, dijital asistanlardan otomatik çeviri hizmetlerine kadar birçok alanda yapay zekâyı aktif olarak kullanıyor. Artık bilgiye saniyeler içinde ulaşmak ve rutin işlerimizi algoritmalara devrederek zaman kazanmak çok olağan. Dolayısıyla eğitim alanının da yapay zekâdan etkilenmemesi düşünülemez. Öğretmenlerin sınıftaki rolü, öğrencilerin öğrenme biçimleri ve eğitim süreçlerinin yapısı yapay zekâ destekli teknolojilerle yeniden tanımlanıyor. Ancak bu gelişmeler beraberinde bazı riskleri de getiriyor: Yapay zekânın sosyal ilişkileri zayıflatması, karar verme süreçlerinde pasifleşmeye neden olması ve veri güvenliği gibi konular endişeye yol açıyor.

Harsa Maduranga / iStock

inkoly / iStock

Eğitimde Yapay Zekâ

Eğitim alanında yapay zekâ destekli araçlar ve uygulamalar giderek yaygınlaşıyor. Öğretmenler ders planları ve çalışma kâğıtları, görseller, sunumlar gibi ders materyalleri hazırlamada yapay zekâdan yararlanabiliyor. Örneğin matematik veya fen derslerinde ChatGPT gibi araçlar yardımıyla alternatif problem örnekleri üretip ardından bunları dersin amaçlarına ve öğrencilerin ihtiyaçlarına göre uyarlayabiliyorlar. Öğrenci performansını değerlendirirken de yapay zekâdan faydalanmak mümkün. Ödev ve sınavları değerlendirirken otomatik geri bildirim sağlayan araçlar öğretmenlerin zaman kazanmasını sağlarken öğrencilere daha hızlı dönüt verilmesini mümkün kılıyor.

Farklı öğrenme alanları için geliştirilmiş uygulamalar, öğrencilerin seviyesine göre anında uyarlama yaparak kişiselleştirilmiş alıştırmalar sunuyor. Öğrenciler kişiselleştirilmiş alıştırmalarla kendi hızlarında ilerleyebiliyor, anlık geri bildirimler alarak öğrenmelerini pekiştirebiliyor. Bu tür uygulamalar aynı zamanda öğrencilerin merak ettikleri soruları geliştirmelerine, kaynaklara ulaşmalarına ve projelerini düzenlemelerine yardımcı oluyor.

Yapay zekâ, bireysel öğrenme ve özel gereksinimleri olan kişiler için de önemli bir destek sunuyor. Ekran okuyucular, metni sese veya sesi metne dönüştüren ya da görselleri betimleyen uygulamalar, görme ve işitme engeli olan öğrencilere kolaylık sağlıyor.

Yapay zekânın tüm bu potansiyeline rağmen eğitimde kullanımı tartışılırken bazı temel sorular da gündeme geliyor: Öğrenmeyi gerçekten destekliyor mu yoksa eleştirel düşünme ve problem çözme becerilerini zayıflatıyor mu? İnsan faktörünü ortadan kaldırabilir mi? Öğretmen ve öğrenciler arasındaki etkileşimi olumsuz etkiler mi? Bu kaygılar, yapay zekânın eğitimde nasıl ve hangi ölçüde kullanılacağına dair düzenlemeleri zorunlu kılıyor.

Bu amaçla uluslararası düzeyde ve ülkemizde eğitim politikaları ve stratejiler geliştiriliyor, yapay zekâ kullanımına dair yol gösteren belgeler hazırlanıyor.

Küresel ve Ulusal Eğitim Politikaları

OECD'nin (Ekonomik İş Birliği ve Kalkınma Örgütü) yürütmekte olduğu Artificial Intelligence and the Future of Skills (AIFS) projesi, yapay zekâ ve robotik teknolojilerinin hangi becerileri yerine getirebildiğini, hangilerinde yetersiz kaldığını ve bunun eğitim ile iş gücü için ne anlama geldiğini anlamayı amaçlıyor. Proje raporunda, yapay zekânın her geçen gün daha fazla görevi yerine getirebiliyor olmasının eğitim sisteminin önemini azaltmak yerine tam tersine artırdığı vurgulanıyor. Bulgulara göre yapay zekâ araçları rutin görevleri giderek daha iyi yerine getirebiliyor fakat yenilikçilik, eleştirel düşünme, sosyal ve duygusal beceriler gibi alanlarda hâlâ orta seviyeleri geçebilmiş değil. Öğrencilerin, makinelerin kolaylıkla üstlenebildiği rutin görevlerin ötesine geçmeleri için yenilikçi ve özgün düşünme kabiliyetlerini geliştirmesi, problem çözme becerilerini güçlendirmesi, sosyal ve duygusal yetkinlikler kazanması öncelik hâline geliyor. Öğretmenlik gibi duygusal zekâ, sosyal farkındalık ve karmaşık karar verme gerektiren alanlarda insan rolünün önemi devam ediyor.

UNESCO (Birleşmiş Milletler Eğitim, Bilim ve Kültür Örgütü) 2023 yılında üretken yapay zekânın eğitim ve araştırmalarda kullanımı ile ilgili yol gösterici bir belge yayınladı. Belgede eğitim politikaları için şu öneriler yer alıyor:

Etik çerçeve: Veri gizliliği, şeffaflık, tarafsızlık ve sorumluluk ilkeleri güvence altına alınmalı. Öğrencilerin verileri korunmalı, algoritmalar düzenli olarak denetlenmeli.

Öğretmen merkezlilik: Öğretmenlere yapay zekâ okuryazarlığı kazandırılmalı ve mesleki gelişimleri sürekli desteklenmeli.

Eşit erişim: İnternet, cihaz ve yazılım altyapısı güçlendirilerek yapay zekâdan tüm öğrencilerin faydalanması sağlanmalı.

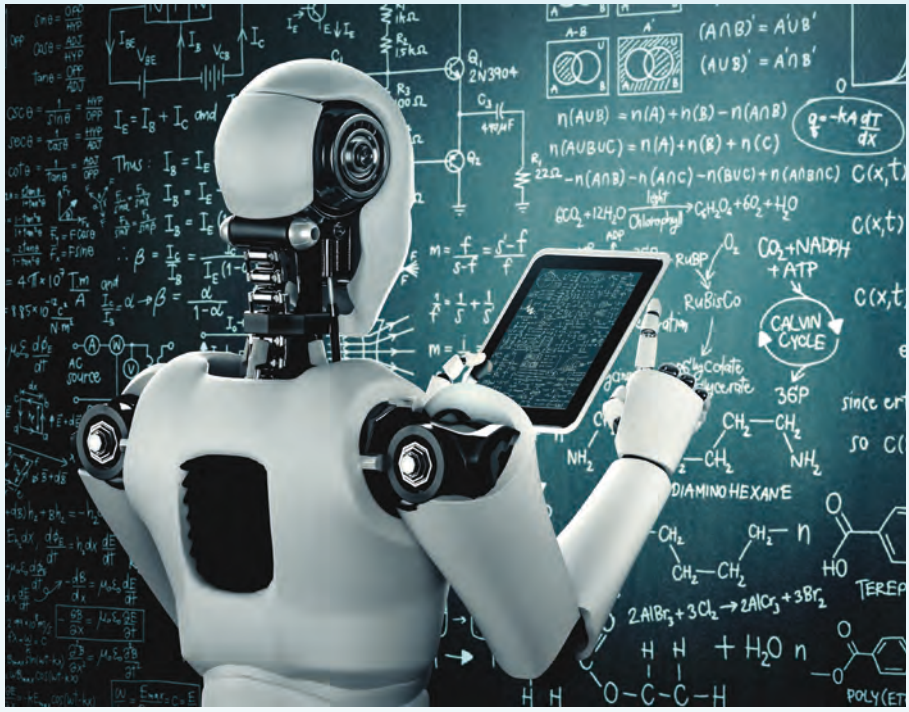
Yaşa uygun kullanım: Özellikle çocuklar için yapay zekâ kullanımında minimum yaş sınırları, içerik filtreleri ve pedagojik rehberlik politika belirleyiciler düzeyinde tanımlanmalı.

Araştırma desteği: Yapay zekânın eğitim üzerindeki etkileri düzenli olarak izlenmeli ve araştırma sonuçlarına göre politikalar güncellenmeli.

UNESCO'nun kapsayıcılık ve etiği ön plana alan önerileri ile OECD'nin insan merkezli beceriler vurgusu, Türkiye'de Millî Eğitim Bakanlığının yayınladığı 2025–2029 Eğitimde Yapay Zekâ Politika Belgesi ve Eylem Planı ile karşılık buluyor. Plan, yapay zekânın eğitim sistemine planlı ve stratejik biçimde entegrasyonunu amaçlıyor. Belgede dört ana hedef öne çıkıyor: eğitimde yapay zekâ kültürünü geliştirmek, altyapıyı geliştirmek, verilerin analiz edilerek anlamlandırılma mekanizmalarını güçlendirmek, öğrencilerin öğrenme ve kariyer süreçlerini desteklemek ve öğretmenlerin kapasitesini artırmak. Bu kapsamda EBA ve ÖBA gibi dijital platformlara yapay zekâ teknolojilerinin entegre edilmesi, aynı zamanda öğrencilerin bireysel öğrenme süreçlerini izleyecek öğrenme analitiği sistemlerinin, öğrenciler için kariyer yönlendirmeleri yapacak akıllı rehberlik uygulamalarının ve öğretmenler için yapay zekâ okuryazarlığını güçlendirecek mesleki gelişim programlarının geliştirilmesi planlanıyor.

Buna ek olarak Millî Eğitim Bakanlığı Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğü (YEĞİTEK) tarafından öğretmenler için hazırlanan el kitabı, öğretmenlere yapay zekâ uygulamalarını sınıf ortamında bilinçli ve verimli şekilde kullanmaları için rehberlik etmeyi amaçlıyor. Mayıs 2024'te yayımlanan bu çevrim içi kitap, farklı dersler ve yaş gruplarına göre kullanılabilecek yapay zekâ araçlarını örneklerle tanıtıyor. Matematikte problem çözme, fen bilimlerinde simülasyon, yabancı dilde kişiselleştirilmiş pratik ve özel eğitimde uyarlanmış içerikler öne çıkıyor. TÜBİTAK destekli projelerde de son yıllarda yapay zekâ ve eğitim teknolojileri temalı öğretmen ve öğrenci etkinlikleri yaygınlaştı. Üniversitelerde yürütülen araştırmalarda ChatGPT gibi büyük dil modellerinin farklı konuların öğretiminde kullanılmasına yönelik çalışmalar gerçekleştiriliyor.

Tüm bu politikalar, belgeler ve projeler, öğrencilerin ve öğretmenlerin bu teknolojiyi anlamaları, değerlendirmeleri ve bilinçli şekilde kullanabilmelerine duyulan ihtiyacı karşılamayı amaçlıyor. Bu gereksinim, yapay zekâ okuryazarlığı kavramını gündeme getiriyor.



NanoStockk / iStock

Yapay Zekâ Okuryazarlığı

Okuryazarlık kavramı, tarih boyunca değişen ihtiyaçlara göre farklı boyutlar kazanmıştır. Geleneksel olarak okuryazarlık, okuma ve yazma becerilerine sahip olmayı ifade ederken günümüzde ise farklı alanlar ile ilgili okuryazar kavramı kullanılıyor. Bu kavram, alanla ilgili teknik bilginin yanı sıra anlama, etkili kullanma ve değerlendirme gibi becerilere sahip olmayı da içeriyor. Yapay zekâ okuryazarlığı, bireylerin yapay zekâ teknolojilerini eleştirel bir şekilde değerlendirmelerini, onunla etkili bir şekilde iletişim kurmalarını ve iş birliği yapmalarını sağlayan bir dizi yeteneği ifade ediyor. Araştırmacılar yapay zekâ okuryazarlığını farklı boyutlarda tanımlayan çerçeveler ortaya koydu. Eğitim ile yakından ilgili başlıca boyutlar şunlar:

Bilgi ve farkındalık: Yapay zekânın her şeyi bilen bir makine değil, verilerden öğrenen algoritmalar bütünü olduğunu anlamak, sonuçları bilinçli değerlendirebilmeyi sağlar. Örneğin bir lise öğrencisi, ChatGPT'den ödevine yardım aldığında bunun bir bilgi kaynağı değil, insan bilgisini taklit eden bir model olduğunu bilirse yazdıklarını kontrol etme sorumluluğunu üstlenir. Öğretmenler de yapay zekânın sınıf içinde nasıl kullanılması gerektiğine dair sınırları bilerek hangi alanlarda güvenle kullanılabileceğini (örneğin alıştırma üretmek) ve hangi alanlarda dikkatli olunması gerektiğini (örneğin hassas kişisel bilgiler) ayırt eder.

Beceriler ve verimli kullanım: Yapay zekâyı yalnızca hızlı yanıt veren bir sistem olarak değil, üretim süreçlerinde iş birliği yapılabilecek bir araç olarak kullanabilmek gerekir. Örneğin yabancı dil öğrenen bir öğrenci, yapay zekâdan cümle örnekleri alıp sonra bunları değiştirerek yeni cümleler üretir. Böylece pasif kullanıcı olmaktan çıkar, aktif üreticiye dönüşür. Benzer şekilde bir matematik öğretmeni, yapay zekâya farklı zorluk seviyelerinde problemler ürettirip bu problemleri sınıfının seviyesine göre uyarlayabilir. Ayrıca yapay zekâ rutin işleri hızlandırarak öğrenciye ya da öğretmene daha derinlemesine düşünme için zaman kazandırır.

Değerlendirme ve üretkenlik: Yapay zekâ tarafından üretilen çıktılarının doğruluğunu sorgulama ve gerektiğinde yeni içerikler üretme becerisi, okuryazarlığın önemli bir aşamasıdır. Yapay zekâ bazen doğru gibi görünen ama hatalı ya da eksik cevaplar verebilir. Bu durumda öğrenci, aldığı bilgiyi farklı kaynaklarla karşılaştırmalı, hataları fark etmeli ve kendi yorumunu katmalıdır. Daha ileri düzeyde ise öğrenciler kendi sorularını veya senaryolarını üreterek yapay zekâdan farklı bakış açıları elde ederek öğrenme sürecini daha derin ve yenilikçi hâle getirebilir. Öğretmen de öğrencileri bu yönde teşvik ederek sınıfta tartışma ve üretkenlik ortamı oluşturabilir.

Etik ve sorumlu kullanım: Yapay zekâ araçlarının gizlilik, telif hakkı, akademik etik ve toplumsal sorumluluk çerçevesinde kullanılması anlamına gelir. Kullanıcıların yapay zekâ tarafından üretilen içerikleri kendi çalışmalarıymış gibi sunmamaları, alıntı yaptıklarında bunu açıkça belirtmeleri gerekir. Öğretmenler de bu sürecin rehberidir. Örneğin yazılı olarak teslim edilen ödevlerin sınıf ortamında tartışılması veya öğrencilerin hazırladıkları içerikleri savunmaları, yapay zekânın kullanımında sorumluluk kültürünü pekiştirebilir. Okul ve sınıf düzeyinde ortak kurallar belirlemek, etik ve güvenilir bir kullanımın temelini oluşturur. Bunun yanında

Cholticha Kranjumnong / iStock

yapay zekânın çevresel etkileri de göz ardı edilmemelidir. Büyük dil modellerinin çalıştırılması için ihtiyaç duyulan veri merkezleri yoğun enerji ve su tüketir. Örneğin ChatGPT'ye sorulan tek bir soru bile arka planda bilgisayarların soğutulması için litrelerce suyun kullanılmasına yol açabilir. Özellikle su kıtlığı yaşayan bölgeler için bu görünmeyen maliyet, yapay zekâyı kullanırken sürdürülebilir bir yaklaşım geliştirmemiz gerektiğini hatırlatır.

Tutum: Yapay zekâya karşı dengeli, eleştirel ama aynı zamanda açık bir yaklaşım geliştirmek gerekir. Öğrencilerin yapay zekâya ya tamamen güvenmesi ya da tamamen reddetmesi yerine onu öğrenme sürecinde bir yardımcı olarak görmeleri sağlanmalıdır. Öğretmenler için de aynı durum geçerlidir: Yapay zekânın öğretim süreçlerini destekleyebileceğini kabul etmek fakat pedagojiyi ikinci plana atmamak önemlidir. Yapay zekâyı, insanın öğrenme ve üretme süreçlerini destekleyen güçlü ama denetlenmesi gereken bir araç olarak görmek, teknolojinin geleceğini bilinçli tercihlerle şekillendirmemize yardımcı olur.

Bilim ve Teknik Podcast kanallarında yayınlanan, Orta Doğu Teknik Üniversitesi Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi Bölümü Öğretim Üyesi Doç. Dr. Erkan Er ile ChatGPT ve diğer sohbet robotlarının eğitimde nasıl faydalı şekilde kullanılabileceği konusunda hazırladığımız podcast programını kare kodu akıllı cihazlarınıza okutarak dinleyebilirsiniz.

PhonlamaiPhoto / iStock

Sonuç

Yapay zekâ araçlarının insanları tembelleştirdiği, karar verme yetisini zayıflattığı yönünde eleştiriler, teknolojinin kendisinden çok kullanıcıların yaklaşımıyla ilgili. Kolaycılığı tercih eden bireyler, yapay zekâ gibi bir aracı da kestirme çözümler için kullanmaya eğilimli olabilir. Buna karşılık öğrenmeye açık, eleştirel düşünen ve öz düzenleme becerilerine sahip kişilerin yapay zekâyı düşünmeyi tembelleştiren değil, zenginleştiren bir iş birlikçi araç olarak görmesi daha olasıdır. Bu nedenle teknolojiyi faydalı veya zararlı kılan, kullanıcılarının niyeti ve bilinç düzeyidir.

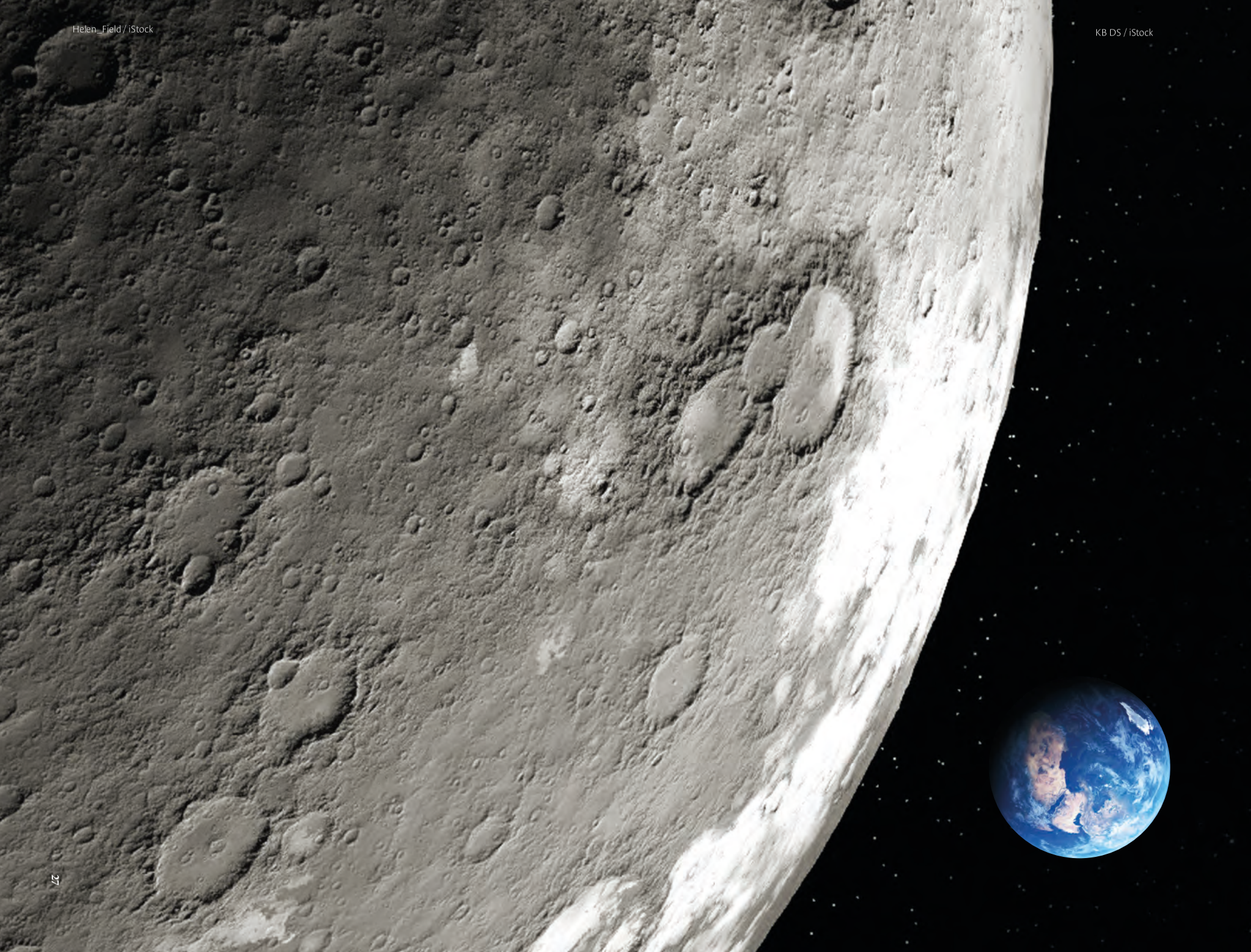
Yapay zekâ, eğitimi dönüştürme potansiyeline sahip güçlü bir araç. Doğru kullanıldığında öğrenmeyi kişiselleştirebilir, öğretmenleri destekleyebilir, öğrencilerin ihtiyaçlarına anında cevap verebilir. Düşünmeyi erteleyen değil, derinleştiren bir yaklaşım için yapay zekâyı sadece bilgi sağlayan değil, soru sorduran, düşündüren, geliştiren bir araç olarak görmek gerekiyor. Geleceğin eğitiminde başarı, hangi araçlara sahip olduğumuzdan çok o araçlarla nasıl düşündüğümüzle belirlenecek. ■

Kaynaklar

MEB (2024) Eğitimde Kullanılan Yapay Zekâ Araçları: Öğretmen El Kitabı http://meb.ai/p8eYjs
MEB (2025) Eğitimde Yapay Zekâ Politika Belgesi ve Eylem Planı 2025-2029 https://meb.ai/q7p9fx
Ng, D. T. K., Leung, J. K. L., Chu, S. K. W., & Qiao, M. S. (2021). Conceptualizing AI literacy: An exploratory review. Computers and Education: Artificial Intelligence, 2, 100041. https://doi.org/10.1016/j.caeai.2021.100041
OECD (2021), AI and the Future of Skills, Volume 1: Capabilities and Assessments, Educational Research and Innovation, OECD Publishing, Paris, https://doi.org/10.1787/5ee71f34-en.
OECD (2025), Introducing the OECD AI Capability Indicators, OECD Publishing, Paris, https://doi.org/10.1787/be745f04-en.
UNESCO. (2023). Guidance for generative AI in education and research. Paris: UNESCO
Yang, Y., Zhang, Y., Sun, D. et al. (2025) Navigating the landscape of AI literacy education: insights from a decade of research (2014–2024). Humanit Soc Sci Commun 12, 374. https://doi.org/10.1057/s41599-025-04583-8
Yue, M., Jong, M. S. Y., Dai, Y., & Lau, W. W. F. (2025). Students as AI literate designers: a pedagogical framework for learning and teaching AI literacy in elementary education. Journal of Research on Technology in Education, 1–22. https://doi.org/10.1080/15391523.2025.2449942

Ay'ın Öte Yüzünün Jeolojisi

Dr. Mahir E. Ocak | *TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi*



Helen_Field / iStock

KB DS / iStock

Ay'ın Asimetrik Yapısı

Chang'e-6 görevi kapsamında Ay'ın Dünya'ya uzak yüzünden toplanan örnekler üzerinde yapılan bilimsel çalışmalar Ay'daki volkanik etkinlikler, Ay'ın manyetik alanı, Ay'ın mantosunun jeokimyasal özellikleri gibi konular hakkında önemli bilgiler verdi.

Ay'ın kendi etrafındaki dönme periyodu ile Dünya etrafındaki dönme periyodu aynı olduğu için yeryüzünden baktığımızda Ay'ın hep aynı tarafını görürüz. Bu yüzden her ne kadar Güneş ışığı tarafından aydınlatılsa da Ay'ın öte yüzü sıklıkla Ay'ın karanlık yüzü olarak da adlandırılır.

Ay'ın Dünya'ya yakın ve uzak kısımları arasında morfoloji, kimyasal bileşim, kabuk kalınlığı ve magmatik etkinlikler bakımından belirgin farklar olduğu biliniyor.

Ay'ın yörüngesine uzay araçlarının gönderilmeye başlandığı 1960'lardan sonra elde edilen bulgulardan biri, Ay'ın kabuk kalınlığının Dünya'ya yakın ve uzak kısımlarda belirgin bir biçimde farklı olmasıydı. Ay'ın kütle çekim alanının ölçülmesine dayalı veriler, Dünya'ya uzak kısmındaki kabuk kalınlığının Dünya'ya yakın kısmındakinin neredeyse iki katı kadar olduğunu göstermişti.

peepod / iStock

Ay'ın Dünya'ya yakın ve uzak yüzü arasındaki gözle görülür bir farksa Ay "denizleri" olarak da isimlendirilen maria'lar ile ilgilidir. Volkanik etkinlikler sonucu mantodan yüzeye çıkan magmanın katılaşmasıyla oluşmuş bu devasa ovaların %90'ı da Ay'ın Dünya'ya yakın tarafında bulunur. Bu durum Ay'ın Dünya'ya yakın kısmının geçmişte volkanik faaliyetler bakımından daha aktif olduğunu gösterir.

Ay'ın Dünya'ya yakın ve uzak tarafları arasındaki önemli farklardan bir başkası "uyumsuz elementler" ile ilgilidir. Bu elementler, magma soğuyarak kristalleşirken minerallerin yapısına katılmaya değil sıvı hâlde kalmaya eğilimlidir. Geçmişte yapılan bilimsel çalışmalar Ay'ın Dünya'ya yakın tarafının uyumsuz elementler bakımından daha zengin olduğunu göstermişti.

Ay'ın Dünya'ya yakın kısmında daha bol bulunan uyumsuz elementler arasında potasyum, uranyum ve toryumun radyoaktif izotopları vardır. Bu radyoaktif izotopların bozunmasının ortaya çıkardığı ısı, bugün hâlâ Ay'ın mantosunun Dünya'ya yakın kısmının Dünya'ya uzak kısmından daha sıcak olmasına yol açar.

Ay'ın Dünya'ya yakın kısmında ısı yayan radyoaktif izotopların daha bol olması, volkanik etkinliklerin daha çok olması ve kabuğun daha ince olması hiç kuşkusuz

birbirleriyle bağlantılı olgular. Ancak bu asimetrinin nasıl ortaya çıktığı tam olarak anlaşılabilmiş değil.

Günümüzden 4,4 milyar yıl önce Ay magma okyanusu hâlindeydi. Kabuk, çekirdek ve manto katmanları ayrışmaya başlamıştı. Ay üzerine bilimsel çalışmalar yapan araştırmacıların büyük çoğunluğu Ay'ın asimetrik yapısının kısmen de olsa bu dönemde ortaya çıktığını düşünüyor. Ancak magma okyanusunun katmanlara ayrışma süreciyle bugün gözlemlenen jeolojik asimetrinin tam olarak nasıl ilişkilendirilebileceği üzerinde bilim insanları arasında bir uzlaşma yok.

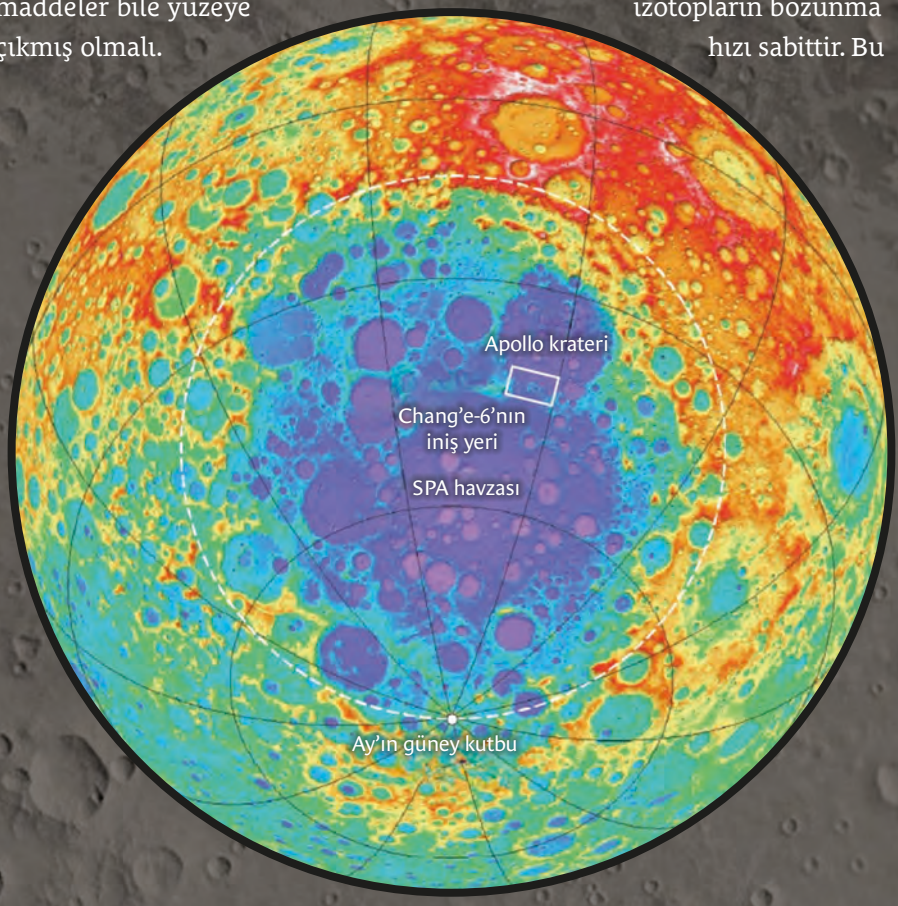
Chang'e-6 Örnekleri

Çin Uzay Ajansı tarafından gerçekleştirilen Chang'e-6 görevi kapsamında Ay'ın öte yüzünden toplanan yaklaşık 2 kilogram kütleli örnekler 2024 yılında Dünya'ya getirilmişti. Yaklaşık 2,8 milyar yıl önce meydana gelmiş volkanik faaliyetler sırasında mantodan yüzeye çıkan lavların soğumasıyla oluşmuş bazalt türü bu örnekler üzerinde yapılan bilimsel çalışmaların sonuçlarıyla ilgili dört ayrı makale yakın zamanlarda *Nature*'da yayımlandı.

Chang'e-6 örnekleri Ay'ın güney kutbu civarındaki Aitken (SPA) havzasından toplanmıştı. Ay'daki en büyük, en derin ve en eski krater olan SPA havzasının oluşmasına yol açan çarpışmanın ortaya çıkardığı enerjinin bir atom bombası patlamasının bir trilyon katı kadar olduğu tahmin ediliyor. Bu şiddetli çarpışma hiç kuşkusuz Ay'da çok önemli değişimlere yol açmıştı. Çarpmanın etkisiyle ortaya çıkan ısı, Ay'ın yüzlerce kilometre derinlerine ulaşan bir erimeye yol açmış ayrıca çarpma sonucunda yüzeydeki maddeler etrafa saçılmış ve hatta mantodaki maddeler bile yüzeye çıkmış olmalı.

Bu durum SPA havzasını Ay'ın jeolojisini incelemek açısından daha da önemli hâle getiriyor. Hatta bazı araştırmacılara göre Ay'ın Dünya'ya yakın ve uzak kısımları arasındaki jeolojik asimetrinin "tek nedeni" bu çarpışma olabilir. Ancak bu iddia da tartışmalı.

Ay'dan getirilen örnekler üzerine yapılan bilimsel çalışmalar, temel olarak radyoaktif izotopların ve bu radyoaktif izotopların bozunmasıyla ortaya çıkan başka izotopların yoğunluklarının ölçülmesine dayanıyor. Radyoaktif izotopların bozunma hızı sabittir. Bu



Chang'e-6 Ay'ın güney kutbu civarındaki Aitken havzasına inmişti. Yaklaşık 2.500 kilometre çapındaki bu krater Ay yüzeyindeki en derin bölge. Görselde daha yüksek alanlar kırmızıya yakın renklerle, daha alçak bölgelerse mora yakın renklerle gösteriliyor.

NASA

durum izotopları içeren volkanik kayaçların kristalleşerek analiz edilen örnekleri oluşturduğu zamanın belirlenmesine imkân verir. Ayrıca bir radyoaktif izotop ile o radyoaktif izotopun bozunma ürünlerinin magma içindeki kimyasal davranışlarının birbirinden farklı olması, göreli bolluklarının ölçülmesiyle eriyerek volkanik kayaçları ortaya çıkaran manto kaynaklarının kimyasal bileşimlerinin belirlenmesini sağlar.

Ay'ın öte yüzünden toplanan örnekler sayesinde ilk kez SPA havzasının yaşının hassas bir biçimde belirlenmesi mümkün oldu. Sonuçlar, çapı yaklaşık 2.500 kilometre ve derinliği 6,2-8,2 kilometre aralığında olan kraterin günümüzden yaklaşık 4,25 milyar yıl önce oluştuğunu gösterdi.

parameter / iStock

Analizlerin verdiği önemli sonuçlardan biri günümüzden yaklaşık 4,2 ve 2,8 milyar yıl önce bölgede volkanik etkinliklerin meydana geldiğinin tespit edilmesi oldu. Bu sonuçlar Ay'ın öte yüzünde volkanik etkinliklerin en azından 1,4 milyar yıl boyunca devam ettiğini gösteriyor.

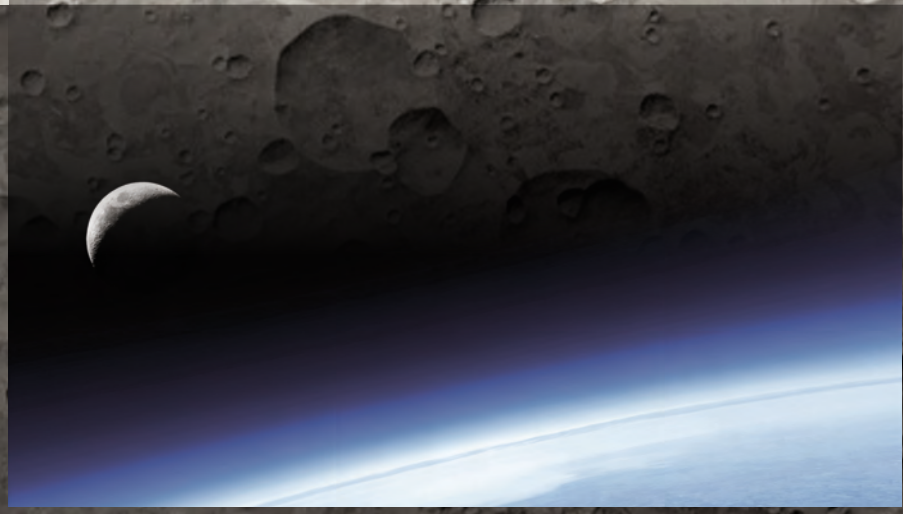
Toplanan örnekler üzerinde ilk kez Ay'ın antik manyetik alanı ile ilgili çalışmalar da yapıldı. Analizler günümüzden yaklaşık 2,8 milyar yıl önce Ay'ın manyetik alanın önce zayıflayıp daha sonra tekrar güçlendiğini gösteriyor. Bu bulgu Ay'ın manyetik alanını üreten dinamonun gücünde salınımlar olduğu anlamına geliyor.

Elde edilen bir diğer önemli sonuç, Ay'ın mantosunun Dünya'ya uzak kısmındaki su miktarının Dünya'ya yakın kısmındakinden belirgin derecede düşük olduğunun tespit edilmesi oldu. Bu sonuçla bilinen asimetrilere bir yenisi daha eklendi.

Bilimsel çalışmalar Chang'e-6'nın topladığı 2,8 milyar yıllık lav örneklerinin, bugüne kadar bileşimi tespit edilmiş manto kaynakları arasında uyumsuz elementler bakımından en fakirlerden biri olduğunu gösterdi. Üstelik analizler örneklerin çok uzun zamandır, hatta belki Ay'ın oluşumdan beri, böyle olduğuna işaret ediyor.

Araştırmacılar, Chang'e-6 örneklerinin uyumsuz elementler bakımından aşırı fakir olmasını açıklamak için iki ayrı hipotez öne sürüyor. Birincisi, Ay'ın mantosu oluşmaya başladığında kristalleşen magma kaynaklarının tamamı uyumsuz elementler bakımından fakirdi. Daha önceleri Apollo 12 görevi kapsamında Ay'ın Dünya'ya yakın kısımlarından toplanmış çeşitli volkanik kayaç örneklerinin izotopik bileşimleri, Chang'e-6 örneklerininkiyle benzerlik gösteriyor. Dolayısıyla bu hipotezin doğru olma ihtimali var. Ancak Ay'ın Dünya'ya yakın bölgesinden toplanmış volkanik kayaç örneklerinin büyük çoğunluğunun uyumsuz elementler bakımından Chang'e-6 örneklerinden çok daha zengin olduğu biliniyor. Dolayısıyla eğer bu hipotez doğruysa fiziksel bir mekanizmanın Ay'ın Dünya'ya uzak ve yakın bölgelerindeki magma okyanusunun asimetrik bir biçimde kristalleşmesine yol açmış olması gerekir.

Uyumsuz elementler ile ilgili verileri açıklayabilecek bir diğer hipotez, 4,3 milyar yıl önce SPA havzasının oluşmasına neden olan çarpışmanın yol açtığı kısmi erime sonucunda sıvı hâle geçmeye eğilimli olan uyumsuz elementlerin ortamdan uzaklaşmış olması. Böylece günümüzden 2,8 milyar yıl önce volkanik faaliyetler nedeniyle mantodaki malzemeler yeniden eridiğinde Chang'e-6 tarafından toplanan uyumsuz elementler bakımından fakir volkanik kayaç örnekleri ortaya çıktı. Bu hipotezin doğru olmasının sadece Ay'ın jeolojik yapısının gelişimi açısından değil Merkür, Venüs, Dünya, Mars gibi tarihlerinin erken dönemlerinde şiddetli çarpışmalara maruz kalmış gezegenlerin jeolojik gelişimini anlamak açısından da önemli sonuçları olabilir. Chang'e-6 örnekleri üzerinde bilimsel çalışmalar devam ediyor. Hangi hipotezin ön plana çıkacağını zaman gösterecek.



sharply_done / iStock

Özet

Ay'ın Dünya'ya uzak ve yakın bölgelerinin jeolojik yapısının belirgin bir biçimde farklı olduğu uzun süredir biliniyordu. Ancak yakın zamanlara kadar Ay'ın öte yüzü hakkındaki bilgilerimizin ana kaynağı uzaktan yapılan gözlemler ve ölçümlerdi. Çin Uzay Ajansı'nın Ay'ın öte yüzünden topladığı örnekleri yeryüzüne getirmesiyle Ay'ın bugünkü asimetrik jeolojik yapısının nasıl ortaya çıktığının daha iyi incelenmesi mümkün oldu. Elde edilen sonuçlar, Ay'ın jeolojik yapısının anlaşılmasının yanı sıra devasa kraterlerin oluşmasına yol açan gök taşı ya da kuyruklu yıldız çarpması gibi olayların gök cisimlerinin jeolojik yapısını nasıl şekillendirdiğinin anlaşılması açısından da önemli. ■

Kaynaklar

- Zhang, Q. W. L., ve ark., "Lunar farside volcanism 2.8 billion years ago from Chang'e-6 basalts", Nature, Cilt 643, s. 356, 2025.
- Cai, S., ve ark., "A reinforced lunar dynamo recorded by Chang'e-6 farside basalt", Nature, Cilt 643, s. 361, 2025.
- He, H., ve ark., "Water abundance in the lunar farside mantle", Nature, Cilt 643, s. 366, 2025.
- Zhou, Qin, ve ark., "Ultra-depleted mantle source of basalts from the South Pole–Aitken basin", Nature, Cilt 643, s. 371, 2025
- Elardo, S. M., "First returned rock samples shine a light on the Moon's 'dark side'", Nature, Cilt 643, s. 337, 2025.
- https://english.cas.cn/head/202507/t20250708_1047061.shtml
- https://english.cas.cn/newsroom/cas_media/202507/t20250710_1047152.shtml

Küresel Ölçekli Araştırma **Tatlı Sularda Çarpıcı Düzeyde Azalmaya** İşaret Ediyor

İlay Çelik Sezer | *TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi*

Yirmi yıldan uzun bir zaman dilimine ait verilerin incelendiği yeni bir araştırma tüm dünyadaki tatlı su kaynaklarının ciddi bir azalmayla karşı karşıya olduğunu ortaya koydu. Araştırmaya göre küresel iklim değişimine bağlı olarak sıcaklıkların yükselmesi sonucunda buharlaşmanın ve buzullardaki erimenin artması, bunun yanında da insanların daha fazla yeraltı suyu kullanmaya yönelmesi, karalardaki tatlı su kaynaklarının çarpıcı derecede azalmasına neden oldu. Sonuçta karaların daha kurak hâle gelmesi hem insan nüfusunu hem de ekosistemleri tehdit ediyor. Karalarda depolanan tatlı sular erime ve buharlaşma sonucu denizlere karışarak deniz seviyelerinde daha fazla yükselmeye neden oluyor.

Arizona State Üniversitesinden Jay Famiglietti ve ekibi, 22 yıllık zaman dilimine ait uydu verilerinde yer alan yer çekimi ölçümlerini inceledi. Bu verileri kullanarak karalarda depolanan toplam su kütlesinin zaman içindeki değişimine ilişkin hesaplamalar yaptı. Hesaplamalara nehirlerden yeraltı sularına, buzullardan buz örtülerine her türlü tatlı su kaynağı dâhil edildi.

Veriler 2002-2024 arasında dünyanın pek çok yerindeki tatlı sularda endişe verici azalmalara işaret ediyor. Bulgulara göre kurak bölgeler sadece daha kurak hâle gelmekle kalmayıp aynı zamanda yılda toplam 800.000 kilometrekare yani neredeyse ülkemizin yüz ölçümüne denk bir hızla genişliyor. Araştırmacılar yaptıkları analizlerde tatlı su kaybı yaşanan bağımsız alanların artık bağlantılı hâle gelerek birer kuşak oluşturduğu kıta ölçeğinde dört "dev kuraklaşma bölgesi" tespit etti. Küresel ısınmanın çeşitli karmaşık etkiler yoluyla bazı bölgelerin de eskisinden daha nemli hâle gelmesine neden olduğu biliniyor. Ancak araştırmacılar kurak bölgelerin daha kuru hâle gelme hızının nemli bölgelerin daha nemli hâle gelme hızından fazla olduğunu da bulguladı. Bu da su döngüsüyle ilgili alışılagelmiş örüntülerin değişmesi anlamına geliyor.

Araştırma, 2002'den bu yana enlemlerin nem ortalamasına bakıldığında sadece tropikal bölgelerin daha nemli hâle geldiğini gösteriyor. Bu ise Hükümetler Arası İklim Değişimi Paneli'nin (IPCC) iklim modellerinin öngörmediği bir durum. Dolayısıyla araştırmacılar, uzun yıllar boyunca kesintisiz ve düzenli bir şekilde yapılan kayıtların su döngüsündeki uzun vadeli değişimleri anlamak için çok önemli olduğunu düşünüyor.

Çalışmada tespit edilen dört "dev kuraklaşma bölgesi"nden biri ülkemizi de kapsıyor. Göller yöremizde yer alan ve bir zamanlar Türkiye'nin yedinci büyük gölü olan Burdur Gölü'nün giderek küçülmesi, araştırmaya konu olan tatlı su kayıplarının çarpıcı bir örneği.

Tüm bu değişimler insanların içme suyu, tarım ve diğer ihtiyaçlar için tatlı suya erişimini ciddi boyutta etkiliyor. Dünya nüfusunun %75'i geçtiğimiz 22 yıl boyunca tatlı su kaynağı kaybına uğrayan 101 ülkede yaşıyor. Birleşmiş Milletler verilerine göre dünya nüfusunun önümüzdeki 50-60 yıl içinde artmaya devam etmesi bekleniyor. Tatlı su ihtiyacı da buna bağlı olarak artacak. Buna karşılık tatlı suya erişim endişe verici bir şekilde azalıyor.

Araştırmacılar farklı tatlı su kaynaklarında ne kadar kayıp olduğunu da belirledi ve toplam tatlı su kaybının %68'inin tamamen yeraltı sularında gerçekleştiğini ilk defa ortaya koydu. Yani yeraltı sularındaki kayıp, deniz seviyelerinin yükselmesine kara buzulları ve buz örtülerinden daha büyük katkı yapıyor.

Araştırma bulguları, 2014-2015 yıllarında yaşanan ve "mega El Niño" olarak adlandırılan iklim olayı sırasında karalardaki tatlı su kaybının kritik bir eşiği aşarak önemli bir kırılma noktasına ulaştığını ortaya koyuyor.

Bu noktadan sonra aşırı iklim olayları hızlandı ve bunun sonucunda da yeraltı su kullanımı artarken karalardaki kuraklaşmanın hızı buzul ve buz örtülerinin erime hızını aştı.

Araştırmanın ortaya çıkardığı bulgulardan biri de daha önce kuraklaşan bölgeler çoğunlukla güney yarım kürede bulunurken 2014'ten sonra bu çoğunluğun kuzey yarım kürede yer alması.

Karalardaki bu çarpıcı kuraklaşma düzeyi, tarım ve gıda güvenliği, biyoçeşitlilik, tatlı su kaynakları ve nihayet küresel ölçekteki sosyal ve ekonomik istikrar üzerinde önemli bir tehdit oluşturuyor. Araştırmada yeraltı sularındaki azalmanın yavaşlatılıp durdurulması, kalan tatlı su kaynaklarının korunması ve su kıtlığı ve kıyı taşkınları riskine karşı hazırlıklı olmayı sağlayan tedbirler alınmasının gerekliliği vurgulanıyor. Araştırmacılar, suyun gelecek nesiller için muhafaza edilmesi ve gezegenimizdeki sistemlerin su kaybından dolayı daha fazla hasar görmesinin önlenmesi için stratejik su yönetiminin, uluslararası iş birliğinin ve sürdürülebilir politikaların hayati önem taşıdığını belirtiyor. ■

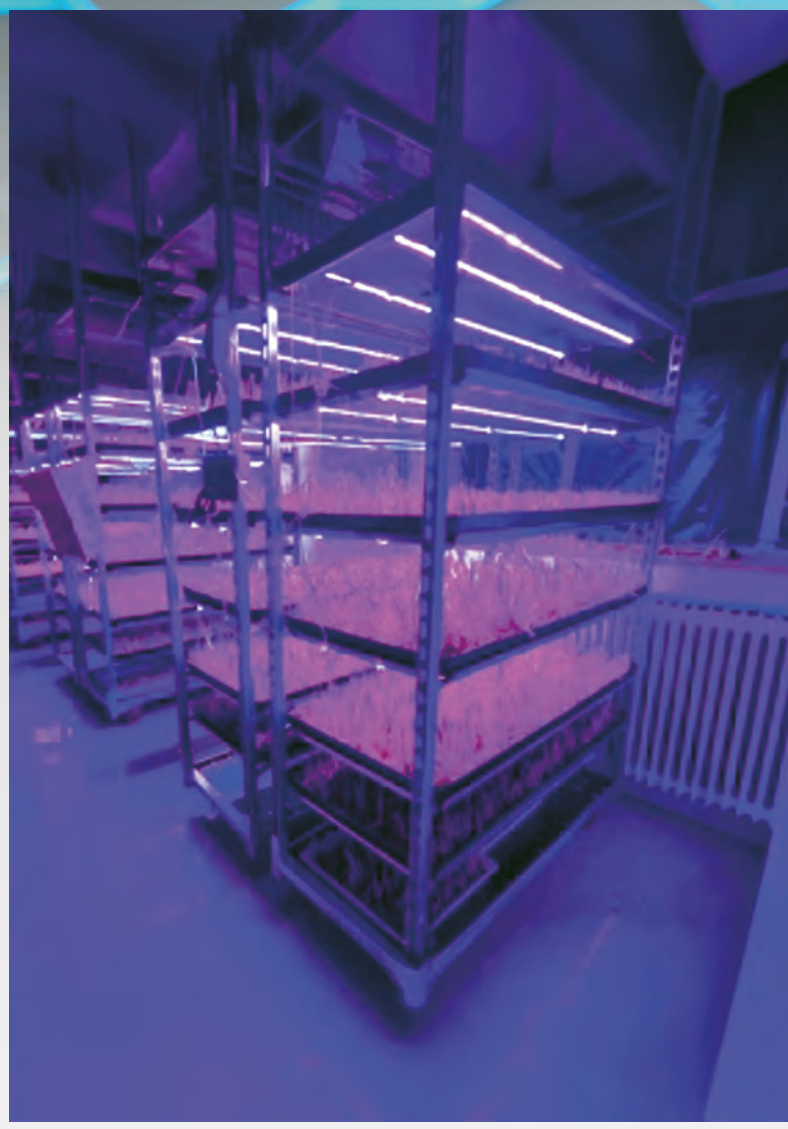
Kaynaklar

https://news.asu.edu/20250725-environment-and-sustainability-new-global-study-shows-freshwater-disappearing-alarming
https://www.newscientist.com/article/2490008-we-are-undergoing-unprecedented-loss-of-freshwater-across-the-planet/

Tekno Yaşam

Gürkan Caner Birer [*teknoyasam@tubitak.gov.tr*

Bitki Üretiminde Yapay Zekâ Desteği



BlueRedGold adlı İsveçli girişim, kapalı ortamda safran yetiştirmek için topraksız tarım yapmaya imkân veren yapay zekâ destekli bir platform geliştirdi. Kullanılan sensörler sayesinde ışık, sıcaklık, nem, besin akışı, kök bölgesinde yaşayan yararlı mikroorganizmaların türü ve sayısı gibi bitkinin büyümesini etkileyen koşullar takip ediliyor. Kullanılan yapay zekâ yazılımları, bitkinin gelişim evrelerine uygun aydınlatma ve sulama yapıyor. Sistemin parçası olan robotlar, çiçeklenen safran bitkisinin stigmalarını yani dişicik borularının tepe kısımlarını topluyor. Böylece verim artarken gübre, tarım ilacı gibi kimyasal maddelere olan ihtiyaç azalıyor.

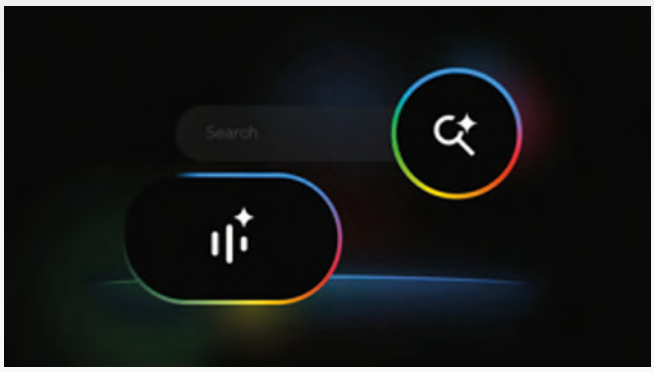
Görüntü işleme tabanlı kalite kontrol sistemi renk tonundan safrana karakteristik aromasını veren safranal bileşiğinin miktarını tahmin edebiliyor. Bu sayede ürünlerin standart kalitede olması sağlanıyor. Araştırmacılar bu yöntemin yüksek değerli diğer tıbbi aromatik bitkilerin yetiştirilmesinde de kullanılanabileceğini düşünüyor. Bu tür sistemler sayesinde iş gücü maliyetleri ve tarım arazilerine olan ihtiyaç azaltılarak iklim değişikliği ve küresel ısınma nedeniyle tarım ürünlerinin veriminde yaşanan dalgalanmalar da engellenebilir.

bit.ly/3IbYCcu

Canlı Web Araması

Microsoft'un tanıttığı Copilot Vision, ekrandaki içeriği gerçek zamanlı olarak analiz ederek kullanıcıların sorularına bağlama uygun yanıtlar verebiliyor. Ancak ekrandaki hassas verilerin buluta taşınması gizlilik tartışmalarını da beraberinde getiriyor. Apple tarafından geliştirilen yapay zekâ sistemi Apple Intelligence projesindeki gecikme, Microsoft'un bu alanda öne çıkmasını sağladı. Böylece Microsoft, güvenlik sorunlarına neden olmadan verilerin yapay zekâ sistemleriyle nasıl paylaşılabileceğine dair diğer teknoloji şirketlerine referans olabilecek bir örnek sunuyor.

Google ise benzer bir yaklaşımla arama deneyimini değiştirdi. Yeni Canlı Arama (Live Search) özelliği, klasik sonuç listesini etkileşimli bir sohbet penceresine dönüştürerek kullanıcının sorularına, doğrudan diyalog kurarak cevap almasına imkân tanıyor. Canlı Arama'ya eklenen sesli özet özelliği ise arama sonuçlarını ses çıktısına çeviriyor. Sanal asistanlar, uygulamaları kullanmaktan dosyaları düzenlemeye bilgisayarlarla çalışma deneyiminin her aşamasında kullanılacak gibi görünüyor.



bit.ly/copilot-vis
bit.ly/g-search-live

Yeni Nesil Tarayıcılar

Google Chrome uzun süredir en yaygın kullanılan internet tarayıcısı. Ancak son zamanlarda ortaya çıkan yeni tarayıcılar bu durumu değiştirebilir. Perplexity'nin Comet tarayıcısı, Opera'nın davetle kullanılan Neon'u ve OpenAI'nin hazırlığını yaptığı tarayıcı, internette gezinme deneyimini kökten değiştirmeyi hedefliyor.

Bu tarayıcıların farkı, insan müdahalesiyle veya bağımsız olarak kararlar alabilen ve görevleri yerine getirebilen bir yapay zekâ teknolojisi olan Agentic AI'yi kullanmaları. ChatGPT gibi üretken yapay zekâ uygulamaları yazı veya görsel üretirken Agentic AI kullanıcı tarafından verilen görevleri yerine getirebiliyor. Örneğin bir sayfayı özetleyebiliyor, Google Maps üzerinden yürüyüş rotası çıkarabiliyor, e-postaları düzenleyebiliyor ya da alışveriş seçeneklerini kıyaslayabiliyor. Yani sadece bilgi üretmekle kalmıyor, sizin yerinize işlem yapabiliyor.

Bu yeteneklerle donatılmış yeni nesil tarayıcılar basit görevlerde oldukça verimli çalışıyor. Ancak karmaşık görevlerde hâlâ hatalar yapabiliyor ve daha yüksek performans gösterebilmeleri için geniş erişim izinlerine (örneğin Google hesabına erişme, ekran görüntüsü alma) ihtiyaç duyuyorlar. Ayrıca Chrome ücretsizken Comet şu an aylık ücreti 200 dolar olan abonelikle kullanılabiliyor. Yine de internet tarayıcıların gelişimi bu yönde ilerliyor gibi görünüyor.

perplexity.ai/comet

Fotoğraflarınızla Bilime Katkı Yapın

Bir bitki ya da böcek gördüğünüzde adını merak mı ediyorsunuz? Bir vatandaş bilim projesi örneği olan iNaturalist uygulaması ile hem fotoğrafını çektiğiniz canlının adını öğreniyor hem de bilim dünyasına katkı sağlıyorsunuz. iNaturalist, 2008'de UC Berkeley öğrencilerinin yüksek lisans projesi olarak başlayıp kâr amacı gütmeyen bir platforma dönüşen bir doğa gözlem uygulaması. Kullanıcılar bitki ve hayvan fotoğraflarını yükleyerek hem birbirleriyle hem de araştırmacılarla paylaşıyor. 2024 itibarıyla 3,3 milyon kullanıcı tarafından yapılan 200 milyondan fazla gözlem sisteme eklendi. Bu veriler 5 binden fazla bilimsel makalede kullanıldı.

Platform, yeni türlerin keşfinden istilacı türlerin takibine, iklim değişikliği araştırmalarından hayvan davranışlarının incelenmesine kadar çok geniş bir alanda bilimsel çalışmalara katkı sağlıyor. Örneğin Çin'de bir kullanıcı sayesinde yeni bir sinek türü tanımlandı, Kolombiya'da nesli tükendiği sanılan bir sansar yeniden görüntülendi. Uzman biyologların çalışmalarının yerini tamamen almayı amaçlamasa da milyonlarca amatör gözlem, bilimsel süreçleri hızlandırarak doğayı anlamada bilim insanlarına önemli bilgiler sağlıyor.

inaturalist.org

Beyin Dalgalarını Dinleyen Kulaklık

Boston merkezli Neurable, Master & Dynamic ile birlikte EEG sensörlü MW75 Neuro kulaklığını geliştirdi. Bu kablosuz model, beyin dalgalarını ölçerek odaklanma düzeyinizi takip ediyor, uygulama üzerinden anlık ve günlük raporlarla hangi saatlerde, hangi müzikle veya hangi alışkanlıklarla en yüksek performansa ulaştığınızı gösteriyor. Kullanıcının bilişsel işlev performansı, stres ve yorgunluk gibi verilerini sunuyor.

2024'te 84,2 milyar dolar olan giyilebilir teknoloji pazarının büyüklüğünün 2030'da 186 milyarı aşması beklenirken odaklanmaya yönelik bu tip giyilebilir teknoloji çözümleri hızla yaygınlaşıyor. Özellikle EEG sensörünün bu cihazlara entegrasyonu farklı uygulamaların geliştirilmesine öncülük edebilir.

zd.net/461qBoN

Rüya Kaydedici

Dream Recorder, Hollanda'daki Modem stüdyosu tarafından geliştirilen ve rüyaları görsel videolara dönüştüren açık kaynaklı bir cihaz. Tek tuşla çalışan cihaz, kullanıcının anlattığı rüyayı yapay zekâ ile metne ardından videoya çeviriyor. Cihaz aynı zamanda bir hafta boyunca gördüğünüz rüyaları depolayabiliyor. Tamamen açık kaynak olarak geliştirilen cihaz, GitHub'daki kod ve 3D tasarım dosyalarıyla özelleştirilebiliyor, piyasada kolayca bulunabilen parçalarla kolayca monte edilebiliyor.

bit.ly/ruya-kaydet

Çeviri Yapabilen Kulaklık

Apple, eylül ayında gerçekleştirdiği etkinlikte farklı ürün kategorilerinde güncellemelerini tanıttı.

Apple'ın kablosuz kulaklığı Airpods Pro 3, farklı dilde konuşan bir kişinin konuşmalarını anında çevirebiliyor. Çevirinin daha iyi duyulması için karşıdaki kişinin sesinin ise daha az duyulmasını sağlıyor. Sizin konuştuklarınızı da karşınızdaki kişinin diline çevirip iPhone ekranında metin formatında gösterebiliyor. İki Airpods Pro 3 takan kişi karşılıklı olarak farklı dilde sohbet edebiliyor. Aynı zamanda kalp atış hızı ölçümü ve 50'den fazla antrenman türünü takip edebiliyor. Önceki modellere göre iki kat daha güçlü aktif gürültü engelleme özelliği sunan kulaklık, farklı boyuttaki köpük destekli uçlarıyla kulağa daha iyi uyum sağlıyor. IP57 dayanıklılık sertifikasına sahip cihaz, tek şarjla 8 saat müzik dinleme imkânı sunuyor.

Apple ayrıca "ultrathin" sınıfındaki ilk modeli olan iPhone Air'ı tanıttı. Sadece 5,6 mm'lik kalınlığındaki model, 6,5 inçlik 120 Hz OLED ekrana sahip. Tek şarjla tüm gün kullanım imkânı sunuyor ve sadece eSIM ile çalışıyor. Yeni tanıtılan Apple Watch Ultra 3; 5G desteği, uydu üzerinden acil mesajlaşma, çarpma ve düşme sonrası otomatik acil arama gibi özelliklerinin yanı sıra hipertansiyonu tespit edebilme ve gelişmiş uyku skoru ölçümü gibi sağlık uygulamalarına yönelik yenilikleri ile de öne çıkıyor. Ayrıca sporcular için "Workout Buddy" isimli sanal kişisel antrenör uygulaması, daha hassas konum takibi sağlayan çift frekanslı GPS ve özel antrenman modları içeriyor. Daha önceki modellerde dakikada bir yenilenen ekran yerine saniyede bir yenilenen LTPO3 OLED ekran sayesinde, saniye ibresi ekran aktifleşmese de gerçek zamanlı hareket edebiliyor. 42 saate kadar pil ömrüne sahip olan Apple Watch Ultra 3, 15 dakikalık hızlı şarjla 12 saatlik kullanım imkânı sağlıyor. ■

apple.com/tr/

Migren İlacında Yeni Bir Dönem: **Baş Ağrısı Gelmeden Etkili Müdahale**

Dr. Özlem Ak [*TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi*

Jacob Wackerhausen / iStock

Dünya genelinde sık görülen ve nörolojik bir hastalık olarak kabul edilen migren, baş ağrısı ve beyin işlevlerinde bozulma gibi belirtilerle seyreden, ataklarla kendini gösteren bir durum. Migren atağının öncül (prodrom), aura (görsel bozulmalar, ışık çakmaları gibi), baş ağrısı (akut) ve toparlanma (postdrom) olmak üzere dört belirgin evresi var. Son otuz yılda yapılan araştırmalar baş ağrısı evresi üzerine yoğunlaşmış ve tedaviler de çoğunlukla bu evreyi hedef almış.

Son yıllarda özellikle kalsitonin gen ilişkili peptid (CGRP) adlı molekülün migrenin oluşumundaki rolünün anlaşılması ve bu molekülün etkisini engellemeyi hedefleyen ilaçların geliştirilmesiyle birlikte migrenin biyolojik mekanizmaları daha iyi anlaşılmaya başlandı. CGRP engelleyicilerin hem atağın akut evresinde hem de atakları önlemeye yönelik tedavilerde etkili olduğu bulundu. Bu gelişmeler, migrenin yalnızca baş ağrısı anında değil, çok daha erken aşamalarda da tedavi edilebileceği fikrini ortaya koyuyor.

Migren tedavileri son otuz yılda önemli ilerlemeler kaydetti. Ancak migrenin kökeninin beyne mi yoksa çevresel sinirlere mi dayandığı hâlâ tartışılıyor. Bugüne dek yapılan prodrom evresi araştırmalarının çoğu, baş ağrısının gelişmesini tamamen engelleme üzerine kurulmuş. Son olarak yakın tarihli PRODROME adlı çalışmada ubrogepant adlı ilacın bu erken evrede alınmasının, baş ağrısının şiddetlenmesini engellediği gösterildi.

Ubrogepant, zaten migren atağını durdurmak için ABD Gıda ve İlaç Dairesi (FDA) tarafından kullanımına onay verilen bir ilaç. Ancak sonuçları 12 Mayıs 2024'te *Nature Medicine* dergisinde yayımlanan faz III klinik deneyine göre bu ilaç yalnızca baş ağrısı başladığında değil, daha atak gelişmeden önce ortaya çıkan yorgunluk, konsantrasyonda bozulma, ışık ve ses hassasiyeti, boyun ağrısı gibi ilk belirtileri de hafifletmede etkili olabilir.

Londra'daki King's College Üniversitesinden Prof. Peter Goadsby ve ekibi, araştırmalarında ubrogepant'in bu erken belirtiler üzerindeki etkisini test etti. Araştırmaya 18–75 yaş aralığında migren geçmişi olan 438 kişi katıldı. Katılımcılar, yaklaşan migren belirtilerini hissettiklerinde ya 100 mg ubrogepant ya da plasebo (herhangi bir etkin madde içermeyen hap) aldı. Daha sonraki atakta ise hangi hapı önce almışlarsa diğerini denediler.

Sonuçlar umut vericiydi. İlacı alan bazı hastalarda tedaviden bir saat sonra konsantrasyon bozulmalarında iyileşme, iki saat içinde ışığa hassasiyette azalma ve üç saat sonunda da yorgunluk ve boyun ağrısında hafifleme gözlemlendi. Araştırma, migrenin bir başka evresi olan aura üzerindeki etkisini incelemedi. Ancak uzmanlara göre bu çalışma, migrene yalnızca ağrılı aşamasında değil, erken evreleri sırasında da müdahale edilmesi gerektiğini ortaya koyuyor.

Goadsby, ubrogepant'in prodrom evresinde alınmasının, baş ağrısı başladığında alınmasından daha etkili olduğuna dikkat çekiyor. İlacın işe yaraması, kişinin migren belirtilerini iyi tanımasıyla doğrudan bağlantılı. Dolayısıyla bir sonraki adım, hastaların kendi migren belirtilerini tanımalarına yardımcı olacak farkındalık çalışmaları yürütmek. Ancak bazı bilim insanları daha da erken müdahale edilip edilemeyeceğini araştırıyor.

Norveç'teki Oslo Metropolitan Üniversitesinden Prof. Parisa Gazerani, migrenin prodrom evresindeki belirtilerin ciddi işlevsel sorunlara neden olduğunu vurgulayarak bu belirtileri baskılamanın klinik açıdan büyük anlam taşıdığını belirtiyor. İngiltere'deki Migraine Trust Vakfının yöneticisi Rob Music ise bu bulguların migrenin toplam etkisini azaltabilecek yeni bir tedavi yönteminin kapısını araladığını söylüyor.

Bu çalışma, yalnızca bir ilacın etkinliğini göstermekle kalmıyor aynı zamanda migrenin nasıl başladığına dair biyolojik süreçlere ilişkin de yeni bilgiler sağlıyor. Ubrogepant, migren sırasında ağrıyı tetikleyen CGRP adlı molekülün etkisini bloke ediyor. İlacın prodrom döneminde işe yarıyor olması, CGRP'nin bu erken evrede de etkili olduğunu düşündürüyor. Bu da migrenin biyolojik mekanizmalarını daha iyi anlamak için önemli bir adım olabilir.

Sonuç olarak migrenin yalnızca ağrı değil, onun öncesinde gelen "sessiz" belirtileriyle de mücadele edilmesi gerektiğini gösteren bu çalışma, milyonlarca hasta için daha erken ve etkili bir tedavi umudu vadediyor.

Migren ile ilgili detaylı bilgi için *Bilim ve Teknik* Ekim 2022 sayısında yayımlanmış "Migrenin Gizemi Çözüldü mü?" başlıklı yazıyı da okuyabilirsiniz. ■

Kaynak

https://doi.org/10.1038/d41586-025-01503-3

Pestisitlerin Güvenli ve Sürdürülebilir Kullanımı Mümkün

"İlacı zehir yapan dozudur!"

Doç. Dr. Cem Erdoğan [*Başkent Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Moleküler Biyoloji ve Genetik Bölümü, Gıda Tarım ve Hayvancılığı Geliştirme Enstitüsü*

Pestisitler, bitkilerde verim ve kalite kaybına neden olan hastalık, zararlı ve yabancı otlarla mücadelede kullanılan kimyasal ve biyolojik maddelerdir. Bu maddeler yanlış ve bilinçsiz kullanıldığında insanlara, diğer canlılara ve çevreye zarar verir. Tarımsal üretimde verim ve kalite kaybını önlemek için başvurulan pestisitlerin, biyoçeşitliliği koruyacak ve sürdürülebilir tarıma katkıda bulunacak şekilde kullanılması gerekir.

Peki, hiç pestisit kullanmadan dünya nüfusunun beslenme ihtiyacını karşılamak mümkün mü? Pestisit kalıntıları nasıl ortaya çıkar? Pestisit kalıntılardan kurtulmak mümkün mü? Gelin şimdi tüm bu soruların cevabını hep birlikte öğrenelim.

CactuSoup / iStock

Birleşmiş Milletler'in Kasım 2022'de açıkladığı verilere göre dünya nüfusu 8 milyarı aşmıştı. Dünya nüfusunun %55'i şehirlerde yaşıyor, ülkemizde ise bu oran %80'i aşıyor. Dünya nüfusun beslenmesi için her yıl yaklaşık 4,5 milyar ton gıda üretiliyor ve piyasaya sunuluyor. Bu, son derece karmaşık ve kapsamlı bir süreç. Bu nedenle insanlar tarım devriminden beri bitkilere ve bitkisel ürünlere zarar veren hastalık, böcek, kemirgen ve yabancı otlarla mücadele ediyor. Tüm bu çabalara rağmen tarımsal üretimin yaklaşık %26 ila %40'ı kaybediliyor. Tarım zararlılarıyla ve hastalıklarıyla herhangi bir mücadele yapılmazsa kayıp iki katına çıkabilir. Ayrıca hasat sonrası depolama ve nakliyat aşamalarında da en az %10-15'lik kayıp meydana geliyor.

Tarımsal üretimde verim kaybını önlemek ve ürün kalitesini artırmak için pestisitlerin yani zirai mücadele ilaçlarının kullanıldığına dair bilinen en eski kayıtlara Sümer tabletlerinde rastlanıyor. Bu tabletlerde MÖ 2500'lü yıllarda böceklerle mücadele için kükürt kullanıldığı bilgisi yer alıyor. Çinliler ise MÖ 1100'lü yıllarda böceklerle mücadele etmek için arsenik ve cıva bileşiklerini kullanmıştı.

Bunlar, doğal olarak bulunan minerallerden elde edilen maddelerdi. Sonraki zamanlarda insanlar bu amaçla bitkilerin doğal olarak ürettikleri maddelerden de yararlandı. Örneğin 1600'lü yıllarda tütün yapraklarında bulunan nikotinin tarım ürünlerine zarar veren böceklere karşı kullanılmaya başlandığı biliniyor.

20. yüzyılın başında modern kimya alanında yaşanan gelişmelerle birlikte laboratuvar ortamında elde edilen kimyasal bileşiklerden sentetik pestisitler üretilmeye başlandı. Bugün kullanılan sentetik pestisitlerin atası ise diklorodifeniltrikloroetan yani DDT adı verilen maddedir. İsviçreli kimyacı Paul Hermann Müller, 1939 yılında DDT'nin tarımsal üretimde böcekleri etkisiz hâle getirmekte kullanılabileceğini ve endüstriyel ölçekte üretilebileceğini buldu. Bu keşfiyle 1948 yılında Nobel Fizyoloji veya Tıp Ödülü'nü kazandı.

DDT'nin son derece etkili bir böcek öldürücü olduğunun anlaşılmasından sonra yaygın bir şekilde kullanılmaya başlandı.

Rowan Gillespie'nin 1997'de "büyük kıtlık" anısına yaptığı Famine heykeli Dublin, İrlanda

Image Stock / Alamy

1845-1852 yılları arasında İrlanda'da meydana gelen "büyük kıtlık" sırasında 7 yıllık kıtlık dönemi yaşanmış, bunun neticesinde yaklaşık bir milyon insan hayatını kaybetmiş ve iki milyon kişi de başta ABD olmak üzere farklı ülkelere göç etmek zorunda kalmıştı. Bu büyük kıtlığa patateslerde "geç yanıklığı" hastalığına neden olan *Phytophthora infestans* türü bir mantar yol açmıştı. Patates, o dönemde İrlanda'da yaşayan insanların temel gıda maddesiydi ve patates bitkisinin hem yapraklarının hem de yumrularının zarar görmesine neden olan bu hastalık, ardı ardına birkaç yıl ürün alınamasına sebep olmuştu. Günümüzde bu hastalık pestisitler kullanılarak kontrol edilebiliyor.

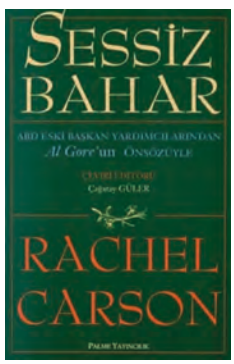
nobelprize.org

DDT'yi keşfeden İsviçreli kimyacı Paul Hermann Müller

alfoto / iStock

JHU Sheridan Libraries/Gado / Contributor / GettyImages

Sessiz Bahar kitabının yazarı Rachel Louise Carson



Ancak 1950'li yılların sonunda DDT'nin çevre ve canlılar üzerinde olumsuz etkileri olduğunu örneğin üreme sorunlarına yol açtığını gösteren çalışma sonuçları elde edildi. Rachel Louise Carson tarafından 1962 yılında yayınlanan *Sessiz Bahar* kitabı sayesinde ise toplumda DDT'nin olumsuz etkileri konusunda farkındalık oluştu ve DDT'nin kullanımı ABD'de1972'de yasaklandı. Ülkemizde ise DDT'nin kullanımı 1978'de ciddi bir şekilde kısıtlandırıldı ve 1985'te de tamamen yasaklandı. Bugün sadece DDT'nin değil, canlılar ve çevre üzerinde zararlı etkileri olan klorlanmış hidrokarbonlar grubundaki tüm pestisitlerin kullanımı yasaktır.

Bilimde ve teknolojide yaşanan gelişmeler sayesinde günümüzde pestisitler, hedef alınan zararlılar üzerinde zehirli etkiye sahip olacak ancak insan ve çevreye zarar vermeyecek şekilde geliştiriliyor.

Ayrıca ilaç dozları da büyük ölçüde azaltıldı. Örneğin 20. yüzyılın başlarında kullanılan kurşun arsenat içeren pestisitler dekar başına 1.000 gram aktif madde içerecek şekilde uygulanıyordu. 1940 ve 1950'li yıllarda kullanılan klorlanmış hidrokarbon ve organofosfat gruplarındaki pestisitlerin uygulama dozu dekar başına 40-100 gram aktif madde seviyelerine düşürüldü. 1974 yılında kullanılmaya başlanan piretroit grubundaki pestisitlerin uygulama dozu ise 1 gram/dekar düzeyinde.

Pestisitlerin bilinçsiz kullanılması gereğinden fazla ve sık uygulamalar yapılmasına neden olabiliyor. Bu durum canlılar ve çevre üzerinde olumsuz etkilere yol açabiliyor. Örneğin tarım ürünlerinde pestisit kalıntılarına ya da uygulandığı bitkinin kendisinde zehirli etkiye sebep olabiliyor. Bu durumda toplumda pestisitlerin insan sağlığı,

çevre ve biyoçeşitlilik üzerindeki potansiyel olumsuz etkileri ile ilgili endişeler ortaya çıkabiliyor. Tarımsal üretimde verim ve kaliteyi etkileyen zararlılarla, hastalıklarla ve yabancı otlarla pestisitler kullanılarak mücadele edilirken biyoçeşitliliğin sürdürülebilir bir şekilde korunması, insanlar, diğer canlılar ve çevre açısından herhangi bir sağlık riskine neden olmaması gerekiyor.

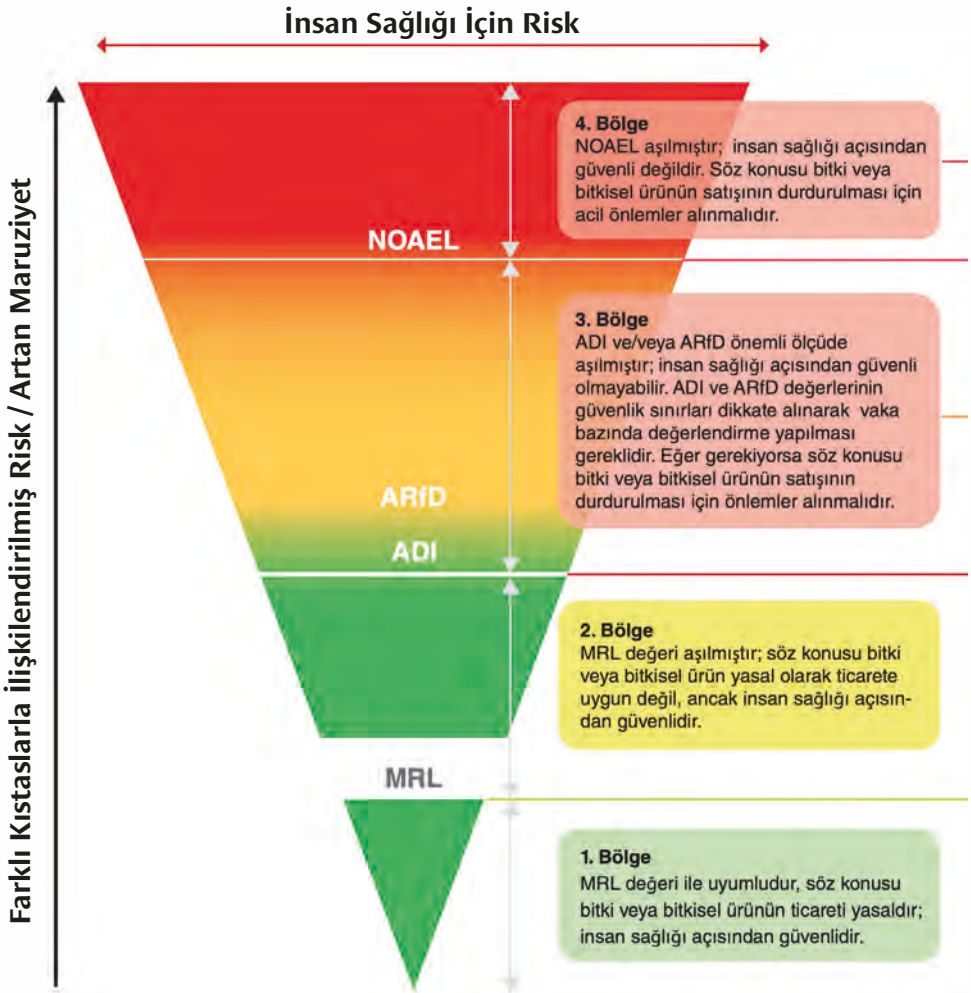
Pestisitlerin Ruhsatlandırılması

Günlük yaşamımızda kimyasal maddeler ile doğrudan veya dolaylı olarak karşılaşıyoruz. Bu yüzden pestisitlerin risk değerlendirmesinin nasıl yapıldığı ve nasıl ruhsatlandırıldıklarını bilmek konuyu doğru anlamak ve yorumlamak açısından gereklidir. Tarımsal üretimde kullanılan pestisitler ruhsatlandırılırken pestisitin içeriğinde bulunan aktif madde ya da maddelerin canlılar ve çevre üzerinde olumsuz etkisinin bulunmaması en önemli koşuldur. Ruhsatlandırma sürecinde tıpkı insan sağlığı için kullanılan ilaçlarda olduğu gibi çok sıkı protokoller uygulanır.

Pestisitlerin ruhsatlandırılabilmesi için dünya genelinde kabul gören test metotları kullanılarak çok sayıda deney yapılır. Uzun süreli toksisite çalışmalarında, deney hayvanlarında hiçbir olumsuz etkinin görülmediği en yüksek doz (NOAEL) belirlenir. İnsanlara uyarlanan doz ise güvenlik faktörü hesaba katılarak belirlenir. Yani hayvanlar için belirlenen güvenli dozun %1'i insanların hayatı boyunca herhangi bir sağlık sorunu yaşamadan günlük olarak alabileceği doz miktarı olarak tanımlanır. Bu doz günlük alınabilir doz (ADI) olarak isimlendirilir. Akut referans doz (ARfD) ise kimyasal bir maddenin tüketicinin sağlığına herhangi bir olumsuz etki yapmaksızın tek bir öğünde tüketebileceği maksimum miktardır.

Değeri, günlük alınabilir doz miktarının altında olması gereken maksimum kalıntı limiti (MRL) ise tarımsal ürünlerin üzerinde veya içerisinde bulunmasına yasal olarak müsaade edilen maksimum pestisit derişimidir. MRL değeri toksikoloji çalışmalarında laboratuvar deneyleriyle belirlenmez, hasat edilen ürünlerde tespit edilen kalıntı sonuçları kullanılarak hesaplanır. Bu değer, ürünün ne kadar tüketildiğine bağlı olarak ülkeden ülkeye değişebilir. Maksimum kalıntı limiti, tarımsal üretimde pestisitlerin kurallara uygun kullanılıp kullanılmadığının belirlenmesi için önemli bir göstergedir.

Pestisitler doğrudan tarımsal ürünün yani bitkinin üzerine uygulandığı için pestisitlerin



zimid.org

kullanılması kalıntı problemi riski oluşturur. Pestisit kalıntılarının tespit edilebilmesi için yüksek hassasiyetle sonuç veren analiz yöntemlerine ve cihazlarına ihtiyaç duyulur. Analiz sonucunda belirlenen kalıntı miktarı, MRL değerinin üzerinde çıkarsa tespit edilen miktarın günlük alınabilir doz miktarının altında mı üstünde mi olduğu araştırılır. Bu bilimsel değerlendirme yöntemleri sayesinde pestisit kalıntılarının canlılar ve çevre üzerindeki olası zararlı etkilerine karşı 60 yıldan fazla bir süredir yeterli koruma sağlandığı kabul ediliyor.

Pestisit kalıntılarının insan sağlığına zarar vermemesi için son pestisit uygulaması ile hasat arasında belirli bir süre (PHI) geçmesi gerekiyor. Bu süre her pestisit için farklıdır ve ilaç etiketinde belirtilir. Pestisit tarımsal ürüne son defa uygulandıktan sonra hasat sürecine kadar geçen sürede kullanılan pestisitin etken maddesi parçalanır ve kalıntı miktarı MRL değerinin altına düşer. Böylece pestisit zararsız hâle gelir.
Aslında pestisitlerin insan sağlığı açısından risk oluşturmasının nedeni bilinçsiz ve yanlış kullanımıdır. Bu da bize ünlü bilim insanı Paracelsus'un şu sözünü hatırlatıyor: **"İlacı zehir yapan dozudur!"**

Pharrel Wiliams / iStock

ZU_09 / iStock

İsviçreli hekim Paracelsus

Pestisit Kalıntıları

Tarımsal üretimin kaliteli ve verimli olması için pestisitlerin kullanılmasına ihtiyaç vardır. Peki, bilinçli ve doğru kullanıldığında pestisit kalıntılarının oluşturduğu risk öngörülebilir ve yönetilebilir midir?

Pestisit kalıntılarının tarımsal ürünlerin üzerinde bulunmasının pek çok nedeni olabilir. Üreticinin pestisitlerin etiketinde belirtilen kullanım yönergelerine uymaması, pestisitlerin ruhsat sürecinde kullanımına onay verilen tarım ürünlerinin dışındaki ürünlerde kullanılması (mesela elmada ruhsat almış bir zirai mücadele ilacının domatese uygulanması), örnek alma ve analiz süreçlerinde yapılan hatalar bu etkenlerden bazıları.

Bazen komşu bahçe veya tarlalarda yapılan ilaçlamalar rüzgârın etkisiyle yan tarlaya

conejota / iStock

veya bahçeye sürüklenebilir. Bu nedenle rüzgârlı havalarda ilaçlama yapılması tavsiye edilmez. Hasat edilen ürünlerde depolama ve nakliye sırasındaki bulaşmalar da pestisit kalıntısı riskine yol açabilir. Tarımsal ürünlerde kayba neden olan zararlılar bazen pestisite karşı direnç geliştirebilir. Böyle durumlarda üreticiler pestisitin kullanım dozunu ve sıklığını bilinçsizce artırabildikleri için meyve ve sebzeler son pestisit uygulamasını takiben belirlenen süre geçtikten sonra bile hasat edilseler kalıntı tespit edilebilir.

Ülkemizde gıda güvenilirliğini sağlamak amacıyla kamuya ait 42, özel sektöre ait yaklaşık 120 nitelikli gıda laboratuvarında denetimler ve risk analizleri düzenli bir şekilde yapıyor. 81 ilde yaklaşık 7.500 denetçi görev alıyor. Yıllık gıda denetim sayısının 1,3 milyonun üzerinde olduğu biliniyor.

Tükettiğimiz Meyve ve Sebzelerde Sağlık Riski Değerlendirmesi

Her bir pestisit için insan sağlığı üzerindeki risk değerlendirmesi özel olarak yapılır. Yapılan analizler neticesinde bir tarımsal üründe tespit edilen kalıntı miktarının, insanların günlük tüketim miktarı da hesaba katılarak günlük alınabilir doz değerinin üzerinde çıkması, tüketicinin sağlığını olumsuz yönde etkileyecek bir durum olduğu anlamına gelir.

Tarım ürünlerinde tespit edilen pestisit kalıntıları ile ilgili kamuoyuna bazen istemeden de olsa eksik ya da yanlış anlaşılabilecek bildirimler yapılabilir. Örneğin "A" pestisitinin MRL değerinin 0,5 ppm olduğunu kabul edelim. Yapılan laboratuvar analizi sonucunda bir tarım ürününde "A" pestisitine ait 0,3 ppm kalıntı tespit edilmiş olsun. Bu durumda kamuoyuna yapılan "Bir tarımsal üründe veya gıdada pestisit kalıntısı tespit edildi." şeklindeki bir açıklama yanlış anlaşılmalara neden olabilir. Doğru açıklamanın "Bir üründe A pestisiti tespit edildi. Ancak kalıntı değeri, pestisit kalıntısı için güvenli kabul edilen maksimum kalıntı limiti (MRL) değerinin altında çıktı." şeklinde yapılması gerekir.

Bu nedenle kamuoyuna yapılacak açıklamalarda pestisit ve tarımsal ürün özelinde insan sağlığına zararlı olacak doz belirtilmesi ve gerekli bilimsel değerlendirmelerin yapılması son derece önemlidir.

Peki, tükettiğimiz meyve ve sebzelerdeki olası pestisit kalıntılarını kendimiz tespit edebilir miyiz?

Sorunun cevabı maalesef "hayır". Pestisitlerin içeriğinde çok farklı yapıda kimyasal maddeler bulunabilir. Özel ekstraksiyon yöntemleriyle örnekten ayrıştırılmaları gerekir. Ayrıca gıdalardaki pestisit kalıntılarının derişimi çok düşüktür. Kalıntı miktarı, tarımsal üründen alınan örneğin kilogramı başına, miligram düzeyinde olabilir. Bu nedenle ancak milyonda bir birim (ppm) ya da milyarda bir birim (ppb) gibi çok düşük derişimleri ölçebilen çok hassas cihazlarla tespit edilebilirler.

Pestisit kalıntısı riskini en aza indirmek için satın aldığımız taze meyve ve sebzeleri tüketmeden önce akan suda ovalayarak iyice yıkamak, bu gıdaların yüzeylerindeki kir, zararlı mikroorganizma ve pestisit kalıntılarını uzaklaştırabilir. Peki, pestisit kalıntılardan tamamen kurtulmak mümkün müdür? Cevap ne yazık ki "hayır". Farklı kimyasal yapıya sahip pestisitlerin kalıntılarını evde kullanılan yöntemlerle tamamen uzaklaştırmak mümkün değildir. Bu nedenle pestisit kalıntılarının tüketiciye ulaşmadan önce engellenmesi gerekir.

Pestisitleri doğru ve güvenli bir şekilde kullanmak için alınabilecek birtakım önlemler vardır. İlk olarak pestisiti kullanmadan önce ilaç etiketinin mutlaka dikkatli bir şekilde okunması gerekir. Bunun için harcanacak birkaç dakika, pestisitlerin yanlış kullanılarak hem üreticinin kendisine hem diğer insanlara ve canlılara hem de çevreye zarar vermesinin önüne geçilmesini sağlayabilir.

Pestisitlerin bilinçli ve doğru şekilde kullanılabilmesi için önce hastalık ve zararlının doğru teşhis edilmesi, bunlara karşı doğru pestisitin seçilmesi, doğru zamanda ve doğru dozda uygulanması, uygulama sırasında da doğru ve güvenilir ekipmanların kullanılması çok önemlidir.

Surasak Taykeaw / iStock

Ayrıca insan sağlığı ve çevreyi korumayı esas alan Entegre Zararlı Yönetimi uygulamalarının yaygınlaştırılması; kimyasal mücadelenin yanı sıra biyolojik ve biyoteknolojik mücadele yöntemlerinin teşvik edilmesi; pestisit kalıntılarının önlenmesi amacıyla hayata geçirilen Kalıntı Eylem Planı'nın titizlikle uygulanması; eğitim ve bilgilendirme faaliyetlerinin artırılması; direnç gelişimini geciktirmek için farklı etki mekanizmasına sahip pestisitlerin dönüşümlü kullanılması; tarımsal araştırmalara verilen desteklerin artırılması; uzman tavsisine aykırı pestisit kullanımının önlenmesi; kurutma, depolama ve nakliye gibi tarımsal üretimin farklı aşamalarında modern uygulamaların hayata geçirilmesi gereklidir.

Sonuç olarak tarımsal üretimin sağlıklı, kaliteli ve verimli olması için zirai mücadele ilaçlarına başvurulur. Ancak pestisitler yanlış ve bilinçsiz kullanıldığında canlılara ve çevreye zarar verebilir. Tarımsal üretimde verim ve kalite kaybını önlemek için başvurulan pestisitlerin, biyoçeşitliliği koruyacak ve sürdürülebilir tarıma katkıda bulunacak şekilde bilinçli ve doğru kullanılması gerekir. Unutmayalım, ilacı zehir yapan dozudur! ■

Kaynaklar

https://zimid.org/wp-content/uploads/2020/08/Pestisitlerin-dogru-kullaniminin-saglanmasi.pdf
https://www.turktox.org.tr/assets/gida/index.php?p=limitdegerler
https://doi.org/10.33462/jotaf.1397837
doi: 10.18016/ksutarimdoga.vi.1402605
doi:10.1093/ije/dyw319

Göz Kapalıyken Bile Kızılötesi Görüş Sağlayan Lensler Geliştirildi

Dr. Özlem Ak [*TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi*

Sinir bilimciler ve malzeme bilimciler kızılötesi ışığı görünür ışığa dönüştüren kontakt lensler geliştirdi. Çin Bilim ve Teknoloji Üniversitesinden (USTC) bir araştırma ekibinin geliştirdiği lensler klasik gece görüş gözlüklerinin aksine herhangi bir güç kaynağına ihtiyaç duymuyor ve kullanıcıların farklı kızılötesi dalga boylarını ayırt etmesine olanak tanıyor. Lenslerin şeffaf yapıda olması sayesinde kullanıcılar kızılötesi ışığı görebilirken gözün görünür dalga boyundaki ışığı algılaması sonucu gerçekleşen normal görme işlevi bozulmuyor. Üstelik ilginç bir şekilde kızılötesi görüş, gözler kapalıyken daha da belirgin hâle geliyor. Çalışmanın yazarlarından Tian Xue bu araştırmayla,

Sergii Kolesnikov / iStock

görme kapasitesinin sınırlarını genişleterek insanlara "süper görüş" kazandırabilecek giyilebilir teknolojilerin geliştirilmesine öncülük ettiklerini düşünüyor. Bu sayede güvenlikten arama-kurtarmaya, şifreleme sistemlerinden sahteciliğe karşı korumaya kadar birçok alanda bilgiyi iletmek amacıyla bu teknoloji kullanılabilecek.

Bu ileri teknoloji lensler, nanoparçacıklar kullanarak çalışıyor. Bu parçacıklar, dalga boyu 800–1.600 nanometre aralığında olan yakın kızılötesi ışığı algılayıp insanların görebileceği 400–700 nanometre dalga boyundaki görünür ışığa çeviriyor. Böylece kullanıcılar, görünür ışıkla birlikte kızılötesi ışığı da aynı anda görebiliyor.

Sonuçları 2025'in mayıs ayında *Cell* dergisinde yayımlanan çalışmada araştırma ekibi, daha önce bu nanoparçacıkların farelerin retinasına enjekte edilerek kızılötesi görüş sağlayabildiğini göstermişti. Bu kez vücuda daha az zarar veren bir yöntem geliştirmek istediler. Bu amaçla standart yumuşak lenslerde kullanılan esnek polimerlerle bu nanoparçacıkları birleştirerek yeni bir lens ürettiler. Önce lenslerin sağlık açısından zararlı olmadığını kanıtladılar ardından insanlar ve fareler üzerinde testler gerçekleştirdiler.

Fareler üzerinde yapılan testlerde lens takan fareler, karanlık bir kutu ile kızılötesi ışıkla aydınlatılmış bir kutu arasında bırakıldıklarında karanlık olanı tercih etme eğilimi gösterdi. Bu durumun nedeni farelerin karanlık olan kutuyu, kızılötesi ışıkla aydınlatılana kıyasla daha güvenli bir ortam olarak değerlendirmeleri olabilir. Lens takmayan farelerde ise böyle bir tercih görülmedi. Ayrıca lens takan fareler kızılötesi ışığa maruz kaldıklarında göz bebekleri küçüldü ve beyin görüntülemelerinde görsel işlem merkezlerinin aktif hâle geldiği gözlemlendi. Bu da kızılötesi ışığı gerçekten algıladıklarını gösteriyor.

İnsanlarda elde edilen sonuçlar da etkileyiciydi. Katılımcılar bu lenslerle, kızılötesi dalga boyundaki Mors kodu benzeri sinyalleri net bir şekilde algılayabildi ve ışığın hangi yönden geldiğini tespit edebildiler. Tian Xue, katılımcıların lensler olmadan hiçbir şey göremediklerini ama lensi taktıklarında kızılötesi ışıktaki titreşimleri açıkça seçebildiklerini söylüyor. Üstelik gözlerini kapattıklarında kızılötesi görüş performansları daha da artıyor. Çünkü yakın kızılötesi ışık göz kapaklarından kolayca geçebilirken görünür dalga boyundaki ışığın geçişi göz kapağı tarafından büyük oranda engelleniyor, böylece kızılötesi görüş üzerinde görünür ışığın neden olabileceği parazit ortadan kalkıyor.

Ekip, teknolojiyi bir adım daha ileriye seviyeye taşıyarak lenslere renk kodlama özelliği kazandırdı. Böylece farklı dalga boylarındaki kızılötesi ışık, görünür dalga boyunda farklı renklere dönüştürülebiliyor. Örneğin 980 nanometre dalga boyundaki kızılötesi ışık maviye, 808 nanometre dalga boyundaki kızılötesi ışık yeşile ve 1.532 nanometre dalga boyundaki kızılötesi ışık kırmızıya çevriliyor. Bu sayede kullanıcılar yalnızca kızılötesi ışığı görmekle kalmıyor aynı zamanda farklı kızılötesi dalga boylarını ayırt edebiliyor. Araştırmacılar bu özelliğin renk körü bireyler için de faydalı olabileceğini düşünüyor. Örneğin renk körlüğünde görülemeyen kırmızı ışık, bu lens sayesinde yeşile dönüştürülerek görünür hâle getirilebilir.

Lensin retinaya çok yakın olması nedeniyle görüntülerde hafif bulanıklık oluşabiliyor. Bu sorunu aşmak için araştırmacılar, aynı teknolojiyi kullanarak bir de özel gözlük sistemi geliştirdi. Bu sistem, daha net ve yüksek çözünürlüklü kızılötesi görüş sağlıyor.

Şimdilik bu lensler ile sadece güçlü LED kaynaklarından yayılan kızılötesi ışık algılanabiliyor. Ancak ekip, nanoparçacıkların kızılötesi ışığa hassasiyetini artırmak için çalışıyor. Hedef, daha düşük yoğunluklu kızılötesi ışığı da algılayabilen, daha hassas ve daha yüksek çözünürlüklü bir lens üretmek. ■

Kaynak

https://doi.org/10.1016/j.cell.2025.04.019

Merak Ettikleriniz

İlay Çelik Sezer [*merak.ettikleriniz@tubitak.gov.tr*

Zehirli Hayvanlarla Beslenen Hayvanlar Neden **Zehirden Etkilenmez?**

Akrepler, yılanlar ve örümcekler gibi zehirli hayvanlar çoğumuz için korkutucu olsa da onlar da korkudan muaf sayılmaz. Çünkü bu hayvanların zehirli türlerini bile rutin olarak avlayıp besin olarak tüketebilen pek çok yırtıcı hayvan türü var. Peki ama zehirli bir hayvanı avlayıp yiyen yırtıcı bir hayvan nasıl olabiliyor da yediği hayvanın vücudundaki zehirden etkilenmiyor? Cevaba geçmeden önce önemli bir ayrımdan söz etmemiz gerekiyor. Hayvanlarda, her ikisi de Türkçede zehir anlamına gelse de İngilizcede "venom" ve "poison" olarak adlandırılan iki çeşit zehir bulunur. Venom türündeki zehirler proteinlerden oluşur. Venomlar etkilerini ısırılma, sokulma ya da bir yara yoluyla kana karıştıkları zaman gösterir. Ağız yoluyla alındıklarında ise genellikle sindirim sistemindeki enzimler tarafından parçalanarak etkisiz hâle gelirler. Küçük moleküllerden oluşan "poison" türündeki zehirler ise sindirim sisteminden yapısı bozulmadan geçebildiği için ağız yoluyla alınsa bile kana karışarak etkili olabilir. Bu nedenle etkilerini deriyle temas ettiklerinde, solunduklarında ya da yutulduklarında gösterirler.

Kimi yırtıcı hayvanlara yem olabilen akrepler, yılanlar ve örümceklerin sahip olduğu zehirler (az sayıdaki istisnalar dışında) venom türündedir. Bazı yırtıcı hayvanlar, avlayıp yedikleri hayvanların zehrinden işte bu sayede etkilenmez. Çünkü daha önce de belirttiğimiz gibi venom türü zehirler sindirim sistemlerinde parçalanıp etkisiz hâle gelir.

Venom taşıyan hayvanları avlayıp yiyebilen hayvanların zehirlenmesini önleyen birkaç strateji daha vardır. Bazı hayvanlar venomdaki zehir etkisi gösteren moleküllere karşı dirençlidir. Örneğin kuyruksürengil (Herpestidae) ailesine ait kedimsi türlerinde bulunan asetilkolin almaçlarındaki bazı mutasyonlar, yılan zehrindeki sinir sistemini etkileyen nörotoksinlerin bağlanmasını engeller. Asetilkolin, sinyallerin sinir hücreleri arasında iletilmesini sağlayan bir nörotransmitterdir ve nörotoksinler normalde asetilkolin almaçlarına bağlanarak beyin ile kaslar arasındaki sinir iletişimini engelleyerek felce neden olur. Yine Kuzey Amerika'da yaşayan keseli sıçangiller (Didelphimorphia) ailesine ait hayvan türlerinin kanında yılan zehrini etkisiz hâle getiren proteinler bulunur. Ayrıca bal porsukları kobra, yer sincapları da çıngıraklı yılan sokmalarına karşı dirence sahiptir. Bazı hayvanlar ise avladığı hayvanın zehrinden korunmaya yönelik davranışlar sergileyebilir. Örneğin sekreter kuşları ile kariyamagiller (Cariamidae) ailesinden kuş türleri, hızlı ve isabetli gaga ve pençe darbeleri sayesinde daha yılanlar onları sokmaya fırsat bulamadan onları parçalayıp öldürür. Kuyruksürengiller ise akrepleri avlarken gruplar hâlinde hareket eder ve genellikle akrebi yemeden önce akrebin iğnesini vücudundan ayırır.

Öte yandan belirli özellikleri sayesinde "poison" türünden zehre sahip hayvanları yiyebilen hayvanlar da vardır ancak bunlar hayvanlar aleminde bir azınlık durumundadır.

Kaynaklar

https://www.nhm.ac.uk/discover/bite-or-be-bitten.htmlhttps://www.discoverwildlife.com/animal-facts/animals-that-can-eat-tvenomous-snakes

DikkyOesin / iStock

Fazla **Çiğ Meyve** ya da **Sebze** Yemek Neden Bazen **İshal Yapar?**

laflor / iStock

Çocukken çok sevdiğiniz bir meyveyi biraz fazla yediğinizde büyüklerinizden "Fazla yeme, ishal olursun!" uyarısını duyduğunuzu hatırlıyor olabilirsiniz. Ya da dikkate almadığınız bu tür bir uyarı sonrasında yaşadıklarınızı! Gerçekten de her seferinde ya da her insanda görülmese de fazla miktarda çiğ sebze ya da meyve tüketmenin ishale yol açabildiği bilinen bir etkidir. Bunun belli başlı birkaç nedeni vardır.

İlki sebze ve meyvelerde bulunan liflerdir. Tüm bitkiler dolayısıyla bitkisel ürünler olan meyve ve sebzeler değişen oranlarda da olsa lif içerir. Çoğunlukla selüloz, hemiselüloz ve pektin gibi karmaşık karbonhidratlardan oluşan lifler insanların sindirim sisteminde sindirilemeyen maddelerdir. Besin olarak tükettiğimiz sebze ve meyveler, suda çözünebilen ve çözünemeyen lifler olmak üzere iki tip lif içerir. Kabak, kereviz, taze fasulye, karnabahar, baklagiller gibi sebzelerde bulunan suda çözünemeyen lifler fazla miktarda alındığında bağırsaklarda suyu emerek şişer ve bağırsak hareketliliğini artırıp fazla sulu dışkıya ya da ishale neden olabilir. Yulaf, muz ve elma gibi gıdalarda bulunan suda çözünebilir lifler ise genellikle sindirimi yavaşlatır ancak çok fazla tüketildiklerinde yine de şişkinliğe ve ishale neden olabilir.

İkincisi meyvelerde bulunan fruktoz şekeri ve sorbitoldür. Meyvelerde bol miktarda fruktoz adlı şeker bulunur. Elma, armut, kiraz gibi bazı meyveler ince bağırsakta etkin şekilde emilebilecek olandan daha fazla fruktoz içerir. Fruktoz emiliminde bu tür bir aksaklık olması gaz, şişkinlik ve ishale neden olabilir. Ayrıca bazı meyveler bağırsakları rahatlatıcı etkiye sahip sorbitol adlı bir madde içerdiği için bu tür meyvelerin fazla miktarda tüketilmesi ishale neden olabilir.

Üçüncüsü ise çiğ sebzelerde bulunan, kısaca "FODMAP"lar (fermente olabilen oligosakkarit, disakkarit, monosakkarit ve polioller) olarak anılan karbonhidratlardır. Bu karbonhidratlar fazla miktarda alındığında bağırsaklardaki bakteriler tarafından hızlıca fermente edilerek bağırsağa su çeken kısa zincirli yağ asitlerine dönüşür ve gaz üretimine neden olur. Nihayetinde ishale yol açarlar. Elma, şeftali, kiraz, karpuz gibi meyveler ve karnabahar, soğan ve sarımsak gibi sebzeler FODMAP'lar açısından zengin gıdalar arasındadır.

Özetlemek gerekirse çiğ sebze ve meyvelerin fazla tüketildiklerinde ishale yol açabilmesi temelde içerdikleri liflerin, fruktoz şekeri ile sorbitolün ve FODMAP'ların bağırsaklardaki doğrudan ya da dolaylı etkilerinden kaynaklanır. ■

Kaynaklar

https://www.health.harvard.edu/diseases-and-conditions/is-something-in-your-diet-causing-diarrheahttps://www.webmd.com/digestive-disorders/ss/slideshow-diarrhea-myths-facts

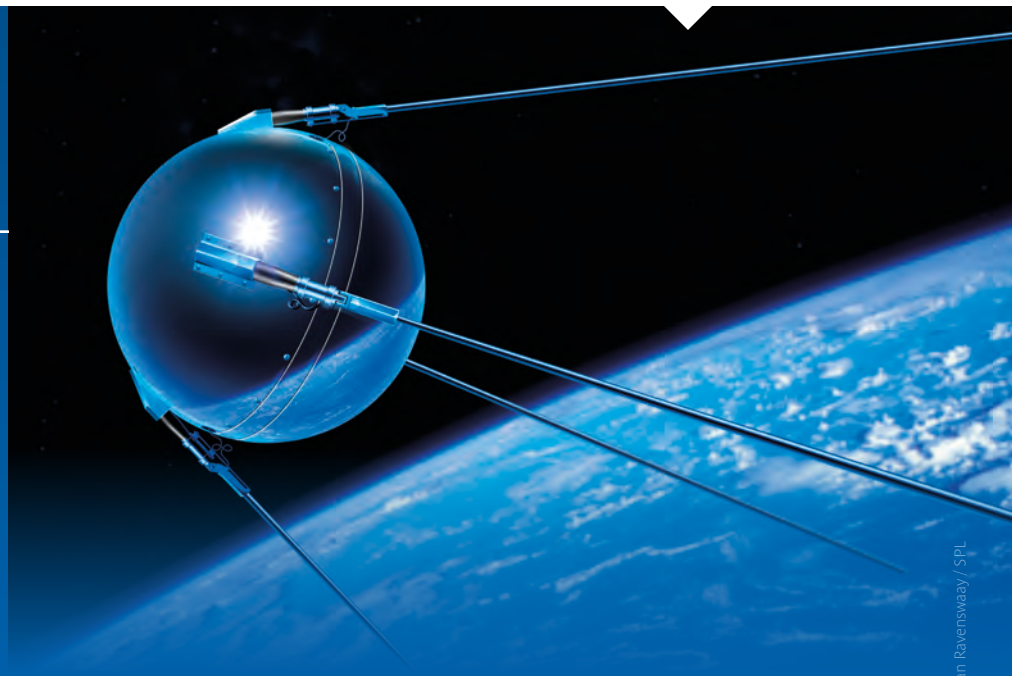
UZAY YARIŞINDA İLKLER

Alp Akoğlu [*Fizikçi ve Amatör Gök Bilimci*

Yirminci yüzyılın ikinci yarısında Amerika Birleşik Devletleri ile Sovyetler Birliği arasındaki siyasi ve teknolojik rekabet, insanlığı tarihin en hızlı ilerleyen keşif dönemlerinden birine taşıdı. 1957'de Sputnik 1'in yörüngeye yerleşmesiyle başlayan bu yarış, mühendislik ve bilimin sınırlarını zorladı. Gerçekleştirilen her ilk, rakipleri daha büyük hedeflere yöneltti. Çıta giderek yükseldi. İlk yapay uydudan Ay'a ayak basmaya, uzay yürüyüşlerinden yeniden kullanılabilir araçlara kadar... Büyük hedeflere ulaşıldıktan sonra ise uzay araştırmalarında uluslararası iş birlikleri dönemi başladı. Günümüzde uzaydaki çalışmaların çoğu bu şekilde yürütülüyor.

gorodenkoff / iStock

1957



Detlev Van Ravenswaay / SPL

4 Ekim 1957'de fırlatılan Sputnik 1, Dünya yörüngesine giren ilk yapay uydu oldu. Çapı 58 santimetre, kütlesi ise 83,5 kilogram olan bu parlak metal küre 21 gün boyunca radyo sinyalleri yaydı.

İlk Yapay Uydu: Sputnik 1

Sputnik 1'in 4 Ekim 1957'de yörüngeye yerleştirilmesi uzay çağının başlangıcı olarak kabul edilir. Sovyetler Birliği tarafından geliştirilen Sputnik 1 ilk yapay uydudur. Bu olay, yalnızca bilimsel bir başarı değil aynı zamanda Soğuk Savaş döneminde ABD ile Sovyetler Birliği arasında yaşanan uzay yarışının da başlangıcıdır.

Sputnik, Rusçada yol arkadaşı anlamına gelir. Yaklaşık 58 cm çapında, bir metal top şeklinde olan Sputnik 1'in üzerinde dört uzun anten ve bir radyo vericisi bulunuyordu. Yörünge yüksekliği 215 km ile 939 km arasında değişiyordu ve uydu Dünya'nın çevresinde yaklaşık 96 dakikada bir tur atıyordu. Uydu yaklaşık 3 hafta boyunca radyo sinyali yaymaya devam etti. Bu sinyaller dünya genelinde amatör telsizciler ve bilim insanları tarafından izlenebildi.

Sputnik'in gönderdiği sinyaller aslında "bip bip" şeklinde basit seslerdi ancak bu sesler dünya genelinde büyük yankı uyandırdı. Sovyetler Birliği uzaya ilk uyduyu gönderip yörüngeye yerleştirerek bilimsel ve teknolojik bir atılım gerçekleştirmişti. Bu başarı tüm dünyada büyük bir şaşkınlık yarattı. Özellikle Sovyetler Birliği'nin bu teknolojiyi askerî amaçla da kullanabileceği endişesi, onun en büyük rakibi olan ABD'de uzay çalışmalarına daha fazla yatırım yapılmasına yol açtı.

Sputnik 1'in bazı bilimsel katkıları da oldu. Atmosferin üst katmanlarında uydular üzerindeki sürtünme etkisi ölçüldü. Ayrıca Dünya'nın şekli ve astmosferin üst kısımlarının yoğunluğu hakkında veri toplandı. Uydu, 4 Ocak 1958'de atmosfere girdikten sonra yanarak görevini tamamladı.

Sputnik 1'in fırlatıldığı 4 Ekim tarihi 1999 yılından bu yana her yıl kutlanan "Dünya Uzay Haftası"nın başlangıç günü olarak kabul ediliyor.

Yörüngedeki İlk Hayvan: Laika

İnsanlı uzay uçuşlarından önce uzayın canlılar üzerindeki etkilerini denemek amacıyla 1940'ların sonlarından itibaren birçok hayvan uzaya gönderildi. 3 Kasım 1957 tarihinde Sovyetler Birliği tarafından Sputnik 2 göreviyle uzaya gönderilen Laika adlı köpek bunlardan biriydi. Laika, yörüngeye giren ilk canlı olarak tarihe geçti.

Laika, Moskova'da bulunmuş dişi bir sokak köpeğiydi. Bilim insanları, zorlu çevre koşullarına alışkın olmaları nedeniyle sokak köpeklerinin uzay uçuşlarına daha dayanıklı olabileceğini düşünmüştü. Bu nedenle Laika, Sputnik 2 görevi için seçilen birkaç köpek arasında

yapılan testlerin ardından uçuşa uygun bulunarak eğitime alındı. Sputnik 2, Sputnik 1'den yalnızca bir ay sonra uzaya fırlatıldı. Laika, dar bir kapsül içinde yaşam destek sistemleri ve biyolojik izleme cihazlarıyla birlikte uzaya gönderildi. Kalp atışı, solunum ve stres düzeyi Dünya'dan izlendi.

Sputnik 2 görevi tek yönlü bir uçuş olarak planlamıştı. O dönemin teknolojisi, yörüngeden güvenli bir geri dönüşü sağlayacak düzeyde değildi. Başlangıçta Sovyetler Birliği yetkilileri, Laika'nın birkaç gün yaşadığını ve ardından uzay aracının içindeki oksijenin tükenmesiyle öldüğünü açıklamıştı. Ancak 2000'li yıllarda yayımlanan belgeler, Laika'nın uzaya çıktıktan birkaç saat sonra kapsül içindeki sıcaklığın hızla yükselmesi nedeniyle hayatını kaybettiğini ortaya koydu.

Laika'nın ölümü, özellikle de öleceğinin baştan bilinmesi dünya genelinde geniş yankı uyandırdı. Pek çok kişi bu görevin etik boyutunu tartıştı. Bu olay, ilerleyen yıllarda yapılan uzay biyolojisi deneylerinde daha dikkatli etik yaklaşımların benimsenmesine yol açtı.

NASA

3 Kasım 1957'de Sputnik 2 ile uzaya gönderilen Laika kapsülün içinde görülüyor.

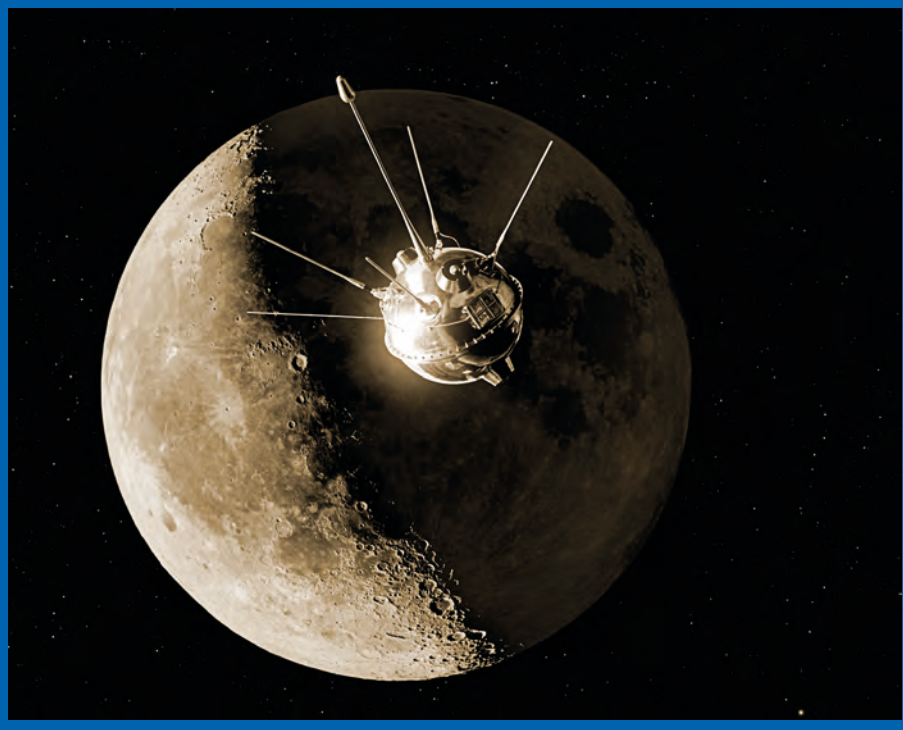
Sputnik 2 görevi sırasında elde edilen bilgiler sonraki insanlı uzay görevleri için kullanıldı. Canlıların uzayda yaşamını sürdürebileceği anlaşıldı. Laika, uzay tarihinin en unutulmaz figürlerinden biri hâline geldi.

Ay'a İlk Sert İniş: Luna 2

Sovyetler Birliği'nin Ay Programı kapsamında geliştirilen Luna 2, Ay'a gönderilen ve hedefine başarıyla ulaşan ilk insan yapımı araç oldu. Luna 2, üzerinde antenleri olan, küre biçimli, yaklaşık 390 kilogram kütleye sahip bir uzay aracıydı. İçinde güneş rüzgârı dedektörleri, manyetometre, mikrometeorit algılayıcılar ve radyasyon ölçerler bulunuyordu. Bu cihazlar sayesinde Ay'a yolculuğu boyunca uzay ortamında ölçümler yapılacaktı.

12 Eylül 1959'da Baykonur Uzay Üssü'nden fırlatılan Luna 2, üç kademeli bir Vostok roketiyle yörüngeye çıkarıldı. Yaklaşık 36 saat süren yolculuğun ardından 14 Eylül'de Ay'ın yüzeyindeki Yağmurlar Denizi ile Sakinlik Denizi arasındaki bölgeye ulaştı. Çarpma anındaki hızı saniyede 3,3 kilometre civarındaydı.

Görev sırasında elde edilen veriler, Ay'ın belirgin bir manyetik alanının bulunmadığını ve çevresinde radyasyon kuşağı



Detlev Van Ravenswaay / SPL

Luna 2, 12 Eylül 1959'da fırlatılan ve Ay yüzeyine ulaşan ilk insan yapımı nesne oldu.

olmadığını gösterdi. Bu bulgular, Ay'ın iç yapısına ilişkin ilk ipuçlarını sağladı. Ayrıca Luna 2, Dünya ile Mars arasındaki bölgede güneş rüzgârının varlığını doğrudan ölçen ilk araç oldu. Böylece hem gezegenler arası ortam hem de Ay'ın özellikleri hakkında ilk bilgiler toplandı.

Luna 2'nin başarısı, Sovyetler Birliği'ne uzay yarışında önemli bir üstünlük kazandırdı. Ayrıca başka bir gök cismine ulaşmanın mümkün olduğunu kanıtladı ve insansız uzay keşiflerinin önünü açtı. Sovyetler Birliği'nin Ay görevinin başarıya ulaşması ABD kamuoyunda teknolojik geri kalmışlık endişesini daha da arttırdı ve ABD'nin uzay programı hız kazandı. NASA, 1958'de hayata geçirdiği Pioneer programına ağırlık vererek ve sonraki yıl Ranger programını başlatarak Ay'a yönelik çalışmalarını yoğunlaştırdı.

Uzaydaki İlk İnsan: Yuri Gagarin

Kozmonot Yuri Alekseyeviç Gagarin'in 12 Nisan 1961 tarihinde uzaya çıkışı, insanlık tarihindeki en önemli olaylardan biri olarak kabul edilir. Gagarin'in uzay yolculuğu, insanın Dünya atmosferinin ötesine geçebileceğini kanıtlamış, uzay yarışındaki en önemli aşamalardan birini Sovyetler Birliği'nin kazanmasını sağlamıştır.

Gagarin, Sovyetler Birliği'nin geliştirdiği Vostok programı kapsamında seçilen ilk kozmonotlardan biriydi. Bir savaş pilotu olan Gagarin, 1960 yılında sıkı bir seçim sürecinden sonra Vostok 1 görevi için aday oldu. Seçim kriterlerinde fiziksel uygunluk, psikolojik dayanıklılık ve görev disiplinine uyum önemliydi. Gagarin, mütevazı kişiliği ve hızlı karar verebilme becerisi sayesinde bu görev için seçildi.

Vostok 1, 12 Nisan 1961 sabahı Kazakistan'daki Baykonur Uzay Üssü'nden Vostok-K roketiyle fırlatıldı. Vostok kapsülü, tek kişilikti ve tam otomatik sistemlerle donatılmıştı. Gagarin'in görevi uçuş süresince gözlem yapmaktı. Ancak araç acil bir durumda elle kontrol edilebilecek şekilde tasarlanmıştı.

Vostok 1 yörüngeye ulaştıktan sonra Dünya çevresinde yaklaşık 108 dakikalık tek bir tur attı. Aracın ulaştığı en yüksek irtifa 327 kilometre, en düşük irtifa ise 169 kilometre olarak ölçüldü. Kapsülde ağırlıksız ortamda insan vücudunun nasıl tepki vereceğine dair ilk gözlemler yapıldı. Gagarin uçuş sırasında telsizle yer kontrolüne raporlar verdi ve durumunu bildirdi.

Görev sona erip kapsül atmosfere girdiğinde yavaşladı ve paraşütle Dünya'ya iniş yaptı. İnişten önce yaklaşık 7 km yükseklikte kapsülün kapağı açıldı. Gagarin fırlatma koltuğu ile kapsülden ayrıldı ve

12 Nisan 1961'de Vostok 1 ile Dünya yörüngesine çıkarak uzaya giden ilk insan olan Sovyet kozmonot Yuri Gagarin.

Yuri Gararin'i uzaya taşıyan Vostok-K Roketi Moskova'da sergileniyor.

ayrı bir paraşütle yere indi. Gagarin Dünya'ya döndükten sonra yalnızca Sovyetler Birliği'nde değil, tüm dünyada büyük bir ilgiyle karşılandı. Sovyetler Birliği bu başarıyı ABD ile süren uzay yarışında kendi üstünlüğünü göstermek için kullandı. Aynı zamanda insanlı uzay uçuşlarının mümkün olduğunu kanıtladı.

Yuri Gagarin'in bu görevi, daha sonraki insanlı uzay çalışmalarının temelini oluşturdu. ABD, bu başarıdan sadece bir ay sonra Alan Shepard'ı uzaya gönderdi. Ardından gerçekleştirilen insanlı görevler, Ay yolculukları ve uzun süreli uzay istasyonu görevleri bu ilk uçuşun açtığı yoldan ilerledi.

12 Nisan, günümüzde "Yuri Gecesi" ve "Uluslararası İnsanlı Uzay Uçuşu Günü" olarak kutlanıyor.

Uzaydaki İlk Kadın: Valentina Tereşkova

Sovyetler Birliği 16 Haziran 1963 tarihinde bir ilke daha imza attı. Kozmonot Valentina Vladimirovna Tereşkova uzaya çıkan ilk kadın oldu. Bu görev hem bilimsel hem de sembolik açıdan büyük önem taşıyordu. Tereşkova'nın uçuşu, kadınların da uzay görevlerinde yer alabileceğini gösteren ilk adım oldu. Tereşkova'dan ancak 19 yıl sonra bir başka kadın, kozmonot Svetlana Savitskaya uzaya çıktı. Bundan bir yıl sonra da Sally Ride uzaya giden ABD'li ilk kadın astronot oldu.

Valentina Tereşkova, 1937 yılında Rusya'nın Yaroslavl bölgesinde doğdu. Uzaya görevine seçilmeden önce tekstil işçisi olarak çalışıyordu. Boş zamanlarında paraşütle atlama sporuyla ilgileniyordu ve bu hobisi onu uzay programına kabul edilmesinde öne çıkardı. Tereşkova, Sovyetler Birliği'nin kadın kozmonotları belirlemek üzere başlattığı programda 400 kadın aday arasından seçildi. Eğitim sürecinde yoğun bir fiziksel ve teknik hazırlıktan geçti.

Tereşkova'nın Vostok 6 kapsülüyle yaptığı uçuş, Vostok 5 ile aynı zamana denk getirildi. Bu sayede iki uzay aracının aynı anda yörüngede olması sağlandı. Vostok 6, 16 Haziran 1963'te fırlatıldı. Görev boyunca Dünya'nın çevresinde 48 tur attı. Yaklaşık 71 saat yani yaklaşık 3 gün uzayda kaldı. Tereşkova, görev süresince yer kontrol merkezine raporlar verdi ve günlük tuttu. Görev sırasında bilimsel deneyler yapmadı. Ancak uçuşun temel amacı, insan vücudunun özellikle ve kadın vücudunun uzay ortamındaki tepkilerini gözlemlemekti.

16 Haziran 1963'te çekilen bu fotoğrafta uzaya çıkan ilk kadın olan Valentina Tereşkova uzay aracına binerken görülüyor.

russianspaceweb.com

wikipedia.org

Londra Bilim Müzesi'nde sergilenen Vostok 6 kapsülü

Tereşkova'nın görevi sırasında bazı zorluklar yaşandı. Bunlardan en önemlisi otomatik yönlendirme sistemindeki bir hata nedeniyle uzay aracının Dünya'dan uzaklaşan bir yörüngeye girmesiydi. Bu sorun, Tereşkova'nın bildirmesi üzerine yer kontrol merkezinden verilen bir komutla düzeltildi. Bu olay, uzun süre Sovyetler Birliği yetkilileri tarafından gizli tutuldu.

Tereşkova, uzaydan döndükten sonra Sovyetler Birliği'nde kahraman ilan edildi. Bilimsel ve politik görevler üstlendi, uzun süre aktif kamu görevlerinde bulundu.

Bu temsili resimde Voskhod 2 uzay aracı ve kozmonot Aleksei Leonov görülüyor. Uzay aracında Leonov'un uzay ortamına çıkışını sağlayabilmek için şişirilebilir bir hava kilidi modülünden yararlanılmıştı.

Detlev Van Ravenswaay / SPL

İlk Uzay Yürüyüşü: Aleksey Leonov

Uzayda görev yaparken bir kapsül içinde kalmak yerine aracın dışına çıkmak, insanlı uzay araştırmaları için önemli bir dönüm noktasıydı. Bu, ilk kez 18 Mart 1965 tarihinde kozmonot Aleksey Arkhipoviç Leonov tarafından gerçekleştirildi. Leonov, uzay aracının dışına çıkarak uzayda süzülen ilk insan oldu.

Görev, Sovyetler Birliği'nin Voskhod 2 adlı uzay aracıyla gerçekleştirildi. Mürettebat, Pavel Belyayev ve Aleksey Leonov'dan oluşuyordu. Uçuşun temel amacı, Leonov'un uzay aracının dışına çıkarak kısa süreli bir uzay yürüyüşü yapmasıydı.

Leonov, uzay yürüyüşü sırasında özel olarak tasarlanmış bir uzay giysisi giydi. Giysi, basınç ve sıcaklık farkına dayanıklı olacak şekilde tasarlanmıştı. Ayrıca onu uzay aracına bağlayan bir kabloyla donatılmıştı. Bu kablo, iletişim ve hava desteği için de kullanılacak şekilde tasarlanmıştı.
Uzay yürüyüşü yaklaşık 12 dakika sürdü. Leonov, uzay aracının dışına çıktıktan sonra araçtan birkaç metre uzaklaştı. Bu, daha önce hiçbir insanın yaşamadığı bir deneyimdi. Leonov'un dışarıdaki hareketleri önceden planlanmıştı ve sürekli olarak yer kontrolle iletişim hâlindeydi.

Sovfoto Contributor / GettyImages

1965'te Voskhod 2 görevi sırasında kozmonot Aleksei Leonov tarihteki ilk uzay yürüyüşünü gerçekleştirdi.

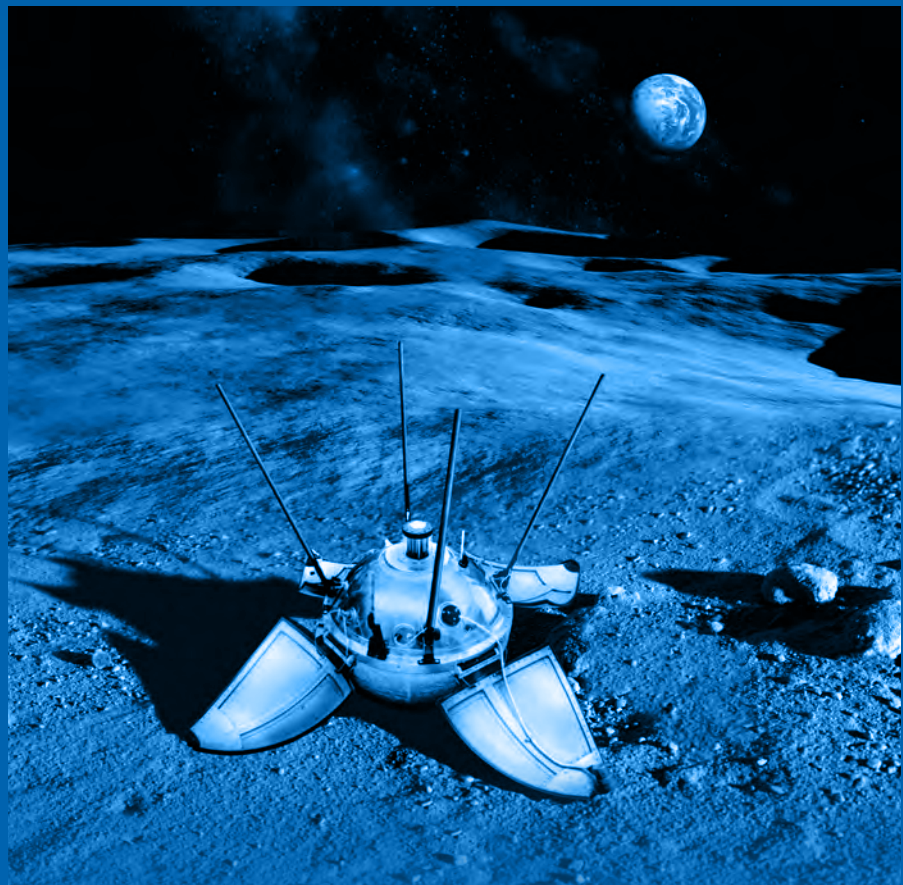
Görev sırasında bazı sorunlar yaşandı. Uzaydaki vakum ortamında Leonov'un uzay giysisi içindeki havanın basıncının etkisiyle sertleşti. Bu durum Leonov'un kapsülün dışındaki başlıca görevi olan fotoğraf çekme işini yapamamasına neden oldu. Çünkü kollarını oynatamıyordu. Daha da kötüsü bu durum onun kapsüle girişini zorlaştırdı. Leonov, güç de olsa kapsülün dış ortamla bağlantısını sağlayan küçük geçiş bölmesine girmeyi başardı. Ancak kapağını kapatamadı. Uzay giysisinin iç basıncını izin verilen sınırın altına indirerek giysiyi esnetti. Bu sayede geçiş bölümünün kapağını kapatmayı başardı.

Voskhod 2'nin dönüşü sırasında da bazı sorunlar yaşandı. Otomatik iniş sistemi arızalandı ve kozmonotlar aracı kendileri kontrol ederek atmosfere girdi. Araç, planlanan iniş bölgesinden 400 kilometre uzaklıkta, Ural Dağları yakınlarında karlı bir ormana indi. Leonov ve Belyayev burada dondurucu soğukta iki gün boyunca kurtarma ekiplerini beklemek zorunda kaldı. Tüm bu zorluklara karşın görev tamamlandı. Aleksey Leonov'un uzay yürüyüşü, daha sonraki görevlerde astronotların uzay aracının dışında çalışabilmesi için önemli bir ilk adım oldu.

Ay'a İlk Yumuşak İniş: Luna 9

Luna 9, Sovyetler Birliği'nin Ay programı kapsamında geliştirdiği insansız bir uzay aracıydı. Görevin amacı, Ay yüzeyine bir uzay aracı indirmek ve buradan Dünya'ya veri gönderebilmekti. Bu görev birçok bilinmezi içeriyordu çünkü o dönemde Ay yüzeyinin iniş için uygun olup olmadığı tam olarak bilinmiyordu. Bazı bilim insanları, Ay yüzeyinin kalın bir toz tabakasıyla kaplı olduğunu ve araçların bu tozun içine batabileceğini düşünüyordu.

Luna 9, 31 Ocak 1966 tarihinde fırlatıldı. Araç, 3 Şubat 1966 tarihinde Ay yüzeyine başarıyla indi. İniş yeri, Ay'ın Dünya'ya bakan yüzünün batısındaki Fırtınalar Okyanusu olarak bilinen bölgedeydi. Araç, iniş sırasında şok emici sistemleri sayesinde zarar görmedi ve çok kısa süre içinde Dünya'daki kontrol merkezi ile iletişim kurarak ilk verileri göndermeye başladı.



3 Şubat 1966'da Ay'a ilk yumuşak inişi gerçekleştiren Luna 9 sondasının iniş kapsülünün temsili resmi. Kapsül, Ay yüzeyine iner inmez yüzeyde sabit kalmasını sağlayan destek kapaklarını açtı ve Ay'ın krater yapısı ile yüzey özelliklerine dair ilk fotoğraf ve ölçümleri Dünya'ya iletti.

Detlev Van Ravenswaay / SPL

İnsanlı İlk Ay Görevi: Apollo 11

ABD'nin Apollo Programı, NASA tarafından 1961–1972 yılları arasında yürütülen ve temel amacı insanlı bir uzay aracını Ay'a indirip astronotları güvenle Dünya'ya geri getirmek olan büyük bir projeydi. Uzay yarışında ABD'nin teknolojik ve bilimsel üstünlüğünü göstermek amacıyla başlatılan program aynı zamanda Ay'ın yüzeyini ve jeolojisini incelemek, yeni uzay teknolojileri geliştirmek ve insan vücudunun uzun süreli uzay yolculuğuna dayanıklılığını araştırmak gibi bilimsel hedefler de taşıyordu.

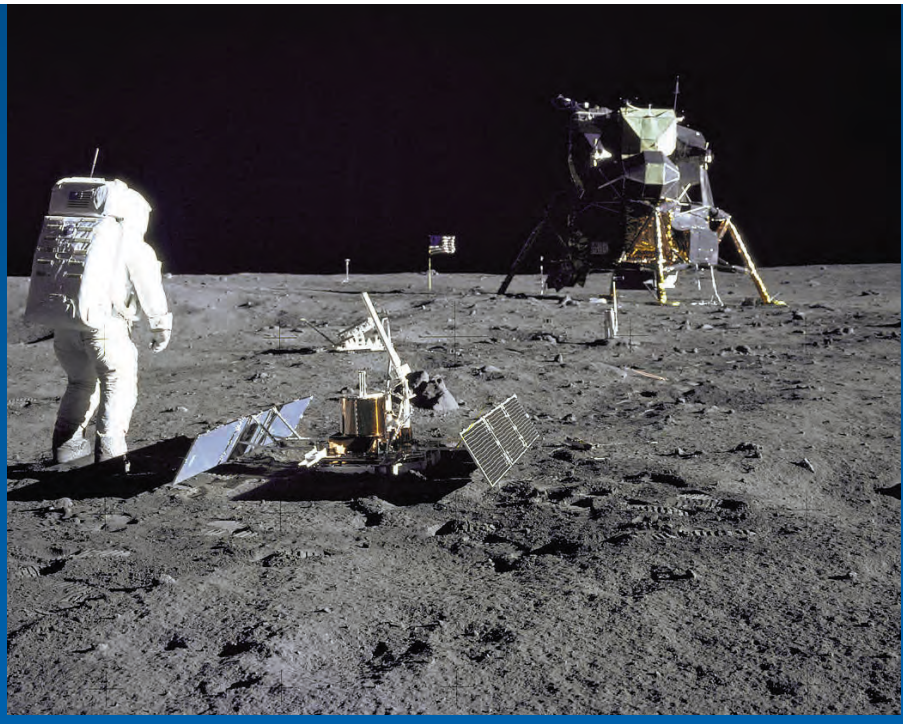
Luna 9'un taşıdığı kamera sistemi panoramik fotoğraflar çekerek Ay yüzeyinin yapısını gösterdi. Bu fotoğraflar Dünya'ya iletildi. Böylece ilk kez başka bir gök cisminin yüzeyinden görüntüler elde edilmiş oldu. Görüntülerden, Ay'ın taşlı ve düzensiz bir yüzey yapısı olduğu anlaşıldı. Ayrıca iniş yapan aracın tozun içine batmadığı yani yüzeyin taşıyıcı bir yapıya sahip olduğu gözlendi.

Görev yalnızca 6 gün sürse de görevin bilimsel ve sembolik etkisi büyüktü. Luna 9, Ay yüzeyine zarar görmeden inen ve buradan veri gönderebilen ilk uzay aracı oldu. Bu başarı, Ay'a inişte geleneksel iniş yöntemlerinin kullanılabileceğini ve Ay yüzeyinin insanlı görevler için de uygun fiziksel ve mekanik özelliklere sahip olduğunu gösterdi.

Luna 9 görevi aynı zamanda ABD'nin Apollo Programı'na hız vermesinde de etkili oldu. Sovyetler Birliği 1960'ların ortasına kadar Ay keşfinde önde görünüyordu. Luna 9'un başarısı, bu üstünlüğün bir göstergesi olarak değerlendirilmişti. Ancak kısa süre sonra ABD, Apollo görevleriyle bu yarışta liderliği ele geçirecekti.

Apollo Programı talihsiz bir kazayla başladı. 27 Ocak 1967'de yapılan Apollo 1 yer testi sırasında çıkan yangında astronotlar Virgil Grissom, Edward White ve Roger Chaffee hayatını kaybetti. Bu olay kapsülün güvenlik tasarımında köklü değişiklikler yapılması gerektiğini gösterdi. Bu da programı yaklaşık 20 ay geciktirdi.

İlk Apollo uçuşları, Ay'a iniş için gerekli tüm sistemleri adım adım test etmeyi amaçlayan hazırlık görevleriydi. İlk görevlerde roketlerin güvenilirliği ile komuta ve hizmet modüllerinin yaşam destek sistemleri, iletişim ve manevra yetenekleri denendi. Daha sonraki görevlerde ise Ay modülünün uzayda ayrılma, birleşme ve



NASA

Neil Armstrong'un çektiği fotoğrafta Buzz Aldrin bilimsel deney sistemlerini kurarken görülüyor.

manevra kabiliyeti sınandı. Ayrıca mürettebatın karmaşık görev adımlarını gerçek koşullarda denemesi sağlandı. Apollo 10 görevindeyse yüzeye inmeden Ay'a inişin tüm aşamalarının provası yapıldı.

Apollo 11 görevi kapsamında 16 Temmuz 1969'da üç ABD'li astronot Neil Armstrong, Buzz Aldrin ve Michael Collins, Satürn V roketiyle Kennedy Uzay Üssü'nden fırlatıldı. Araç, Ay yörüngesine girdikten sonra 20 Temmuz 1969'da Armstrong ve Aldrin, Kartal adlı Ay modülüyle yüzeye iniş yaptı. İnişten sonra Armstrong'un Ay'a ilk adımı attığı an, televizyonlardan canlı olarak yayımlandı. Dünyada yaklaşık 600 milyon kişi bu tarihi anı izledi. Armstrong'un söylediği "Bir insan için küçük, insanlık için dev bir adım." sözü bu anın simgesi hâline geldi.

Astronotlar Ay yüzeyinde toplam 21 saat 36 dakika kaldı. Bu sürenin 2,5 saatini uzay aracının dışında geçirdiler ve yaklaşık 22 kilogram taş ve toprak örneği topladılar. Ayrıca bazı bilimsel deneyler gerçekleştirdiler. Michael Collins bu sırada Ay yörüngesindeki komuta modülünde kalarak iniş yapan modülle iletişimi sağladı. Astronotlar 24 Temmuz 1969'da Pasifik Okyanusu'na başarıyla iniş yaparak görevlerini tamamladı.

Apollo 11, hem Sovyetler Birliği ile yürütülen uzay yarışında ABD'nin önemli bir üstünlük elde ettiğini ortaya koydu hem de insanlı keşiflerin sınırlarının nereye kadar ulaşabileceğini gösterdi. Bu görevden sonra beş kez daha Ay'a insan gönderildi ancak 1972'den bu yana hiçbir insan Ay'a ayak basmadı.

NASA

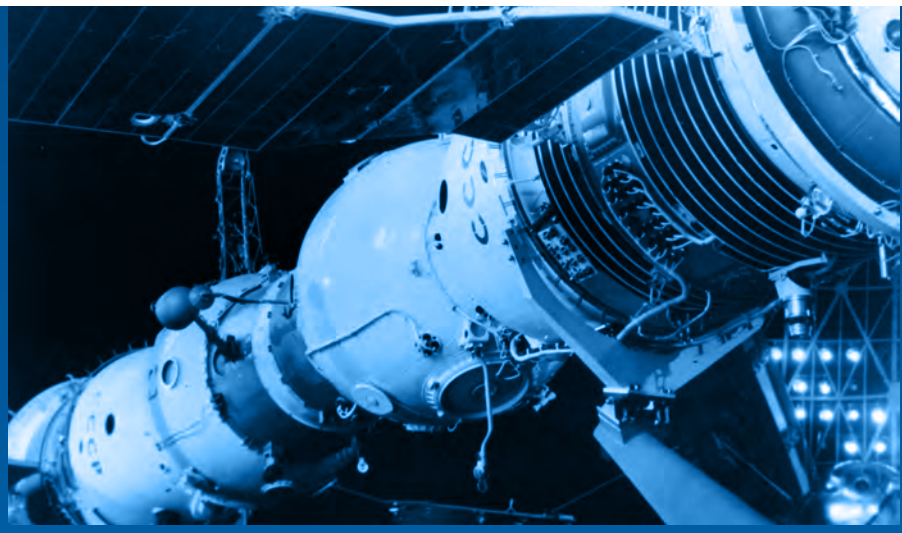
20 Temmuz 1969'da Apollo 11 görevi sırasında çekilen bu fotoğrafta Ay yüzeyindeki ayak izi görülüyor.

NASA

Apollo 11 görevi sırasında çekilen bu fotoğrafta Dünya'nın Ay ufku üzerinde yükselişi görülüyor.

İlk Uzay İstasyonu: Salyut 1

Uzayda uzun süreli yaşama ve fikri 1960'lı yılların sonlarında ortaya çıktı. Bu hedef doğrultusunda tarihte ilk kez bir uzay istasyonu yani insanlı görevler için tasarlanmış kalıcı bir yörünge laboratuvarı uzaya



Sovfoto Contributor / GettyImages

Kozmonotları taşıyan Soyuz uzay aracı Sovyet Uzay İstasyonu Salyut 1'e kenetlenmiş hâlde görülüyor.

Sovfoto Contributor / GettyImages

Temsili resimde Soyuz uzay aracı 1971'de fırlatılan ilk uzay istasyonu olan Salyut 1'e kenetlenmek üzereyken görülüyor.

gönderildi. Salyut 1, 1971 yılında Sovyetler Birliği tarafından fırlatıldı ve uzayda kurulan ilk uzay istasyonu oldu.

Salyut 1, Sovyetler Birliği'nin Salyut Programı adı verilen uzun vadeli projesinin ilk adımıydı. Bu programın amacı, Dünya yörüngesinde araştırma yapılabilecek ve astronotların haftalarca kalabileceği istasyonlar geliştirmekti. İstasyonun toplam uzunluğu yaklaşık 15 metre, genişliğiyse 4 metreydi. Kapsamlı bir yaşam destek sistemi, güneş panelleri ve bilimsel düzenekler taşıyordu. Salyut 1'de iletişim sistemleri, bilimsel deney alanları, uyuma ve yeme alanları da yer alıyordu.

Salyut 1'e mürettebat taşıyan ilk görev Soyuz 10 oldu. Ancak araç istasyona tam olarak kenetlenemediği için mürettebat istasyona giremeden geri dönmek zorunda kaldı. Bunun ardından Soyuz 11 göreviyle üç kozmonot Georgi Dobrovolski, Viktor Patsayev ve Vladislav Volkov 6 Haziran 1971'de Salyut 1'e ulaştı. Üç kişilik ekip istasyona başarıyla kenetlendi ve içeri girmeyi başardı. İstasyonda 23 gün boyunca kalarak çeşitli bilimsel deneyler yaptılar, yeryüzünü gözlemlediler ve uzayda uzun süre kalmanın insan vücudu üzerindeki etkilerini incelediler.

Salyut 1'e yapılan ilk görevin dönüşü trajik bir şekilde sonlandı. Soyuz 11 kapsülü, Dünya'ya dönerken atmosfere girişten önce kabin basıncını kaybetti. Kozmonotlar, o dönemde basınçlandırılmış uzay giysisi giymedikleri için bu ani basınç kaybına dayanamadı ve yaşamlarını yitirdi. Bu olay uzay görevlerinde basınç kontrolünün önemini ortaya koydu.

Salyut 1, bu kazaya rağmen birçok ilki barındıran bir görev oldu. Uzayda uzun süreli yaşamın ve çalışmanın mümkün olduğunu gösterdi. İstasyonda kullanılan sistemler, sonraki uzay istasyonları için deneyim sağladı. Salyut 1, görevini tamamladıktan sonra 11 Ekim 1971'de kontrollü şekilde atmosfere girerek yandı.

Salyut 1 daha sonra geliştirilecek olan Salyut 6, Salyut 7, ardından Mir ve Uluslararası Uzay İstasyonu (ISS) gibi istasyonlara öncülük etti. Salyut 1, uzayda sürekli varlık bulundurmanın ilk adımı olarak tarihe geçti.

Uzay Mekiği Programı

1970'lerin başında NASA, insanlı uzay uçuşlarının geleceğini yeniden şekillendirecek iddialı bir hedef belirledi: Uzaya gidiş gelişleri tıpkı bir uçağın seferleri gibi düzenli ve ekonomik hâle getirmek. Bu hedefin ürünü, 1981'den 2011'e kadar süren Uzay Mekiği Programı oldu. Program, yeniden kullanılabilir bir uzay aracı fikrini gerçeğe dönüştürerek hem mühendislik hem de uzay araştırmaları tarihinde yeni bir sayfa açtı.

NASA

1995'te Atlantis Uzay Mekiği, Rus Mir Uzay İstasyonu'na kenetlenerek mekiklerin istasyona yapacağı ziyaretler dizisini başlattı.

NASA

Columbia, 12 Nisan 1981'de Uzay Mekiği Programı'nın ilk görevi için fırlatılıyor.

Uzay mekikleri, kalkışta dev bir sıvı yakıt tankından beslenen ana motorlar ve katı yakıtlı iki roket ile uzaya taşınan, dönüşte tıpkı bir uçak gibi piste iniş yapabilen araçlardı. Defalarca kullanılabilecek şekilde tasarlanmış olduklarından her görev için yeni bir araç üretmeye gerek kalmayacak, maliyetler düşecek ve uçuş sıklığı artacaktı. Program kapsamında Columbia, Challenger, Discovery, Atlantis ve Endeavour adını taşıyan beş mekik inşa edildi. Columbia ve Challenger yaşanan kazalarda kaybedildi, diğerleri ise onlarca kez uçtu.

İlk uçuş, 12 Nisan 1981'de Columbia ile gerçekleşti. Bu tarih, tesadüfen Yuri Gagarin'in uzaya çıkan ilk insan olduğu günün 20. yıl dönümüne denk geliyordu. Columbia, iki günlük test uçuşunu başarıyla tamamladı.

Uzay Mekiği Programı, Uluslararası Uzay İstasyonu'nun inşasında, Hubble Uzay Teleskobu'nun yörüngeye yerleştirilmesinde ve bakımında, çeşitli uyduların taşınmasında ve ağırlıksız ortamda bilimsel deneylerin yapılmasında kullanıldı. Ancak uçuşlar hedeflendiği kadar düşük maliyetle gerçekleştirilemedi. Bakım ve hazırlık süreçleri karmaşık ve maliyetliydi. 1986'daki Challenger ve 2003'teki Columbia kazalarında toplam 14 astronot yaşamını yitirdi. Bu kazalar insanlı uzay uçuşlarının risklerini çok acı bir şekilde gösterdi.

ABD'nin Uzay Mekiği Programı sürerken Sovyetler Birliği de kendi yeniden kullanılabilir uzay aracı projesini yürütüyordu.

Buran adı verilen mekik, dış görünüş olarak ABD'nin uzay mekiklerine benziyordu ancak teknik açıdan bazı farklar taşıyordu. En belirgin fark, Buran'ın fırlatma sırasında kullanacağı ana motorlarının bulunmamasıydı, itki tamamen devasa Energia roketi tarafından sağlanıyordu. Buran, 15 Kasım 1988'de insansız olarak tek bir görev gerçekleştirdi. Yörüngeye oturdu, otomatik sistemleriyle piste indi. Bu, o dönemde tam otomatik olarak piste iniş yapan tek yörünge aracı olması bakımından dikkat çekiciydi.

Buran'ın uçuşu başarılı olsa da Sovyetler Birliği'nin içinde bulunduğu ekonomik zorluklar nedeniyle program iptal edildi. Buran, 2002'de depolandığı hangarın çökmesi sonucu kullanılamaz hâle geldi. Böylece Sovyet Mekik Programı, potansiyelini gösteremeden tarihe karıştı.

ABD'nin Uzay Mekiği Programı ise 30 yıl boyunca 135 uzay görevini tamamladıktan sonra 2011'de sona erdi. Mekikler insanlığın yörüngede çalışma, büyük ölçekli yapı kurma ve karmaşık bakım görevlerini yerine getirme yeteneğini kanıtladı. Ayrıca gelecekte geliştirilecek yeniden kullanılabilir uzay araçları için deneyim ve birikim sağladı.

Uzaydaki İlk Tokalaşma

Soğuk Savaş'ın en sert dönemlerinde uzay araştırmaları çoğunlukla dönemin iki süper gücü olan ABD ile Sovyetler Birliği'nin rekabet alanıydı. Ancak 1970'lerin ortasında uzayda iş birliğinin ilk adımı atıldı. 1975'te gerçekleştirilen Apollo-Soyuz Test Projesi (ASTP) hem ABD hem de Sovyetler Birliği için uzayda ilk ortak görev olma özelliğini taşıdı.

Görev sırasında ABD'nin Apollo uzay aracı ile Sovyetler Birliği'nin Soyuz uzay aracı yörüngede kenetlendi. Bu, iki ülkenin farklı tasarımlara sahip olan sistemlerini uyumlu hâle getirmek için özel olarak geliştirilen bir "kenetlenme modülü" sayesinde mümkün oldu. Mühendisler kabin basıncı, hava karışımı, elektrik sistemleri ve kenetlenme mekanizmalarını uyumlu hâle getirmek için yıllarca çalıştı. Bu teknik hazırlıklar, ileride uluslararası uzay görevleri için gerekli standartların oluşturulmasına öncülük etti.

Apollo-Soyuz Test Projesi'nin arması

15 Temmuz 1975'te Apollo, Florida'daki Kennedy Uzay Üssü'nden, Soyuz ise Kazakistan'daki Baykonur Uzay Üssü'nden fırlatıldı. İki gün sonra, 17 Temmuz'da Dünya'dan yaklaşık 220 kilometre yükseklikte kenetlenme gerçekleşti. Kapaklar açıldığında astronotlar Thomas Stafford, Vance Brand ve Donald Slayton, kozmonotlar Aleksey Leonov ve Valeri Kubasov ile el sıkıştı. Bu an, uluslararası basında "uzaydaki tokalaşma" olarak geniş yer buldu.

Görev sırasında ortak bilimsel deneyler yürütüldü. Atmosferin farklı katmanlarına ilişkin ölçümler alındı, Güneş tutulması gözlemleri yapıldı ve biyolojik deneyler gerçekleştirildi. Astronotlar ve kozmonotlar birbirlerinin araçlarını gezerek farklı mühendislik çözümlerini yerinde inceledi. Bu karşılıklı ziyaretler, teknik bilgi paylaşımı açısından büyük önem taşıyordu.

Bu ortak görevin katkıları, 1990'larda Mir Uzay İstasyonu ve Uluslararası Uzay İstasyonu projelerinde etkisini gösterdi.

wikipedia.org

17 Temmuz 1975'te Apollo-Soyuz Test Projesi kapsamında astronot Thomas P. Stafford ile kozmonot Aleksei A. Leonov'un uzayda el sıkıştığı tarihi an

Mir'de ABD'li astronotlar görev yaptı, NASA'nın uzay mekikleri Rus modüllerine yük ve insan taşıdı. Uluslararası Uzay İstasyonu Rusya, ABD, Avrupa, Japonya ve Kanada'da üretilen modüllerin bir araya getirilmesiyle inşa edildi. Apollo-Soyuz Projesi'nde belirlenen kenetlenme standartları ve ortak çalışma protokolleri bu projelerin temel yapı taşlarından biri oldu.

Bugün uzay araştırmaları hâlâ rekabetin ve iş birliğinin iç içe geçtiği bir alan. Ancak Apollo-Soyuz, "insanlığın uzaydaki ilk el sıkışması" şeklindeki simgesel anlamıyla birlikte çalışma fikrinin sınırların ötesinde de mümkün olduğunu kanıtladı.

Günümüzde uzay araştırmaları, rekabetten çok ortak hedefler etrafında şekilleniyor. Aralarında Türkiye'nin de bulunduğu pek çok ülkeden astronotlar Uluslararası Uzay İstasyonu'nda yıllardır iş birliği içinde çalışıyor. Ay'a dönüş hedefiyle yürütülen Artemis Programı NASA, Avrupa Uzay Ajansı (ESA), Japonya Uzay Araştırma Ajansı (JAXA) ve Kanada Uzay Ajansı (CSA) koordinasyonunda gerçekleşiyor. Ayrıca Mars keşif araçlarından teleskop projelerine, uzay hava durumu izleme ağlarından riskli asteroitlerin takip edilmesine kadar pek çok alanda ülkeler bilgi birikimlerini ve kaynaklarını birleştiriyor.

Bu dönüşüm yalnızca bilimsel ilerlemenin hızını artırmakla kalmıyor aynı zamanda uzayda elde edilen bilgilerin ve üretilen teknolojilerin tüm insanlığın yararına kullanılmasına da katkı sağlıyor.

Peki uzay yarışı sona mı erdi? Aslında hayır. Günümüzde uzay çalışmaları yalnızca bilimsel değil aynı zamanda ekonomik ve stratejik bir boyut kazanmış durumda. Ülkeler uzayda kalıcı olarak varlık göstermenin, kaynaklardan faydalanmanın ve uzayda kendi kendine yeten sistemler kurmanın yollarını arıyor. Bu arayış giderek daha çok sayıda ülkenin ve hatta özel şirketlerin ilgisini çekiyor. Özellikle Dünya'daki kaynakların sınırlı olduğu düşünüldüğünde insanlığın sürdürülebilir geleceği için uzaydaki alternatif kaynakların değerlendirilebileceği düşünülüyor. Uzay madenciliği teknolojik açıdan önemli bir araştırma ve geliştirme olmasının yanı sıra küresel ölçekte ekonomik ve hukuki düzenlemelerin yapılmasını zorunlu hâle getiren yeni bir alan olarak öne çıkıyor. ■

Kaynaklar

https://www.esa.int/Science_Exploration/Human_and_Robotic_Exploration
https://www.britannica.com/science/space-exploration
https://airandspace.si.edu/exhibitions/space-race
https://www.russianspaceweb.com/vostok6_flight.html
https://www.nasa.gov/history/the-space-shuttle/

Patates Kızartması Tip 2 Diyabet Riskini Artırıyor mu?

Dr. Özlem Ak [*TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi*

Dünyada en çok tüketilen üçüncü gıda ürünü olan patates, tahıl dışındaki en önemli besin kaynağı olarak günlük enerji alımına önemli katkı sağlıyor. Bazı beslenme rehberleri patatesi sebze grubunda sınıflandırıyor. Lif, C vitamini, potasyum, polifenoller ve magnezyum gibi çeşitli besin ögeleri içermesine rağmen önceki araştırmalar, patatesin sağlık üzerindeki etkileri konusunda temkinli olunması gerektiğini vurguluyor.

Çoğu sebzenin sağlık üzerinde yararlı etkileri olduğu konusunda genel bir fikir birliği olsa da patates tüketimi ve tip 2 diyabet arasındaki ilişki hâlâ tartışmalı bir konu olmaya devam ediyor. Yeni bir araştırmaya göre haftada üç porsiyon patates kızartması tüketmek, tip 2 diyabet riskini %20 artırıyor. Ancak aynı miktarda haşlanmış, fırınlanmış veya püre patates tüketmek, riski anlamlı ölçüde artırmıyor. Ağustos ayında *The BMJ* dergisinde yayımlanan çalışmaya göre farklı şekillerde hazırlanan patates yerine tam tahıllar tüketmek tip 2 diyabet riskini düşürüyor. Patatesi beyaz pirinçle değiştirmek ise riski artırıyor.

Patates lif, C vitamini ve magnezyum gibi yararlı besin ögeleri içeriyor ancak nişasta oranı ve glisemik indeksi yüksek olduğu için uzun zamandır diyabet riskini artırabileceği düşünülüyordu. Buna karşın patatesin pişirilme yönteminin ve patates yerine tüketilen karbonhidrat kaynağı diğer besinlerin sağlık üzerindeki etkisi bugüne kadar ayrıntılı incelenmemişti.

Bu eksikliği gidermek için araştırmacılar, farklı yöntemlerle hazırlanmış patateslerin (haşlanmış, fırınlanmış, püre veya patates kızartması) tip 2 diyabet riskiyle ilişkisini inceledi. Ayrıca patates yerine başka karbonhidrat kaynaklarının (örneğin tam tahıllar veya pirinç) tüketilmesinin etkilerine de baktılar. Çalışma, ABD'de 1984–2021 yılları arasında yürütülen üç büyük araştırmada yer alan ve tip 2 diyabet, kalp hastalığı veya kanser geçmişi olmayan 205.000'den fazla sağlık çalışanının verilerine

nito100 / iStock

dayanıyor. Katılımcılar her dört yılda bir ayrıntılı beslenme anketleri doldurdu. Yaklaşık 40 yıllık takip edilen kişilerden 22.299'una tip 2 diyabet teşhisi kondu.

Yaşam tarzı ve beslenmeyle ilgili diğer faktörler dikkate alındığında, haftada üç porsiyon toplam patates tüketiminin diyabet riskini %5, patates kızartmasının ise %20 artırdığı görüldü. Buna karşılık haşlanmış, fırınlanmış veya püre şeklinde patates tüketimiyle diyabet riski arasında anlamlı bir ilişki bulunmadı. Haftada üç porsiyon patates yerine tam tahılların tercih edilmesi bu riski %8, patates kızartmasının yerine tam tahıllar konması ise %19 azalttı. Ancak patates yerine beyaz pirinç tüketilmesinin risk artışıyla ilişkili olduğu bulundu.

Bazı bilim insanları bunun gözlemsel bir çalışma olması nedeniyle patates kızartması tüketmenin tip 2 diyabete yol açacağı gibi kesin bir neden-sonuç ilişkisi kurulamayacağını belirtiyor. Ayrıca araştırmadaki çoğu katılımcı Avrupa kökenli sağlık çalışanları olduğundan, sonuçların diğer toplumlar için geçerli olmayabileceğini düşünüyorlar.

Yine de araştırmacılar, patates tüketiminin diyabet riskiyle ilişkisinin, yerine hangi besinin tüketildiğine ve nasıl pişirildiğine bağlı olduğuna dikkat çekiyor. Bulgular, tip 2 diyabetin önlenmesinde tam tahılların sağlıklı beslenme içinde öncelikli yer alması gerektiğini vurgulayan mevcut beslenme önerileriyle uyumlu. ■

Kaynak

https://doi.org/10.1136/bmj-2024-082121

Yıldızlararası Ortamdan Gelen Yaşlı Bir Kuyruklu Yıldız

3I/ATLAS

Prof. Dr. Faruk Soydugan [*Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Fakültesi Fizik Bölümü ve Ulupınar Gözlemevi*

Güneş sistemine yıldızlararası ortamdan gelen bir ziyaretçinin sırları çözülmeye başlandı. 3I/ATLAS adı verilen cismin büyük olasılıkla bir kuyruklu yıldız olduğu tahmin ediliyor. Yıldızlar arası ortamdan geldiği kanıtlanan üçüncü cisim olan 3I/ATLAS, bilim insanlarının bugüne kadar keşfettiği en yaşlı kuyruklu yıldız olabilir.

Mark Garlick / GettyImages

Güneş sisteminin dışından geldiği belirlenen ilk gök cismi olan 1I/Oumuamua'nın dijital ortamda oluşturulan görüntüsü

İnsanlar, teleskobun icadından önce gökyüzünü çıplak gözle ve basit araçlarla gözlemlemiş, özellikle parlak olan nesnelerin hareketlerini, parlaklıklarındaki değişimleri ve gözlem koşullarını inceleyerek onları tanımlamaya çalışmışlardı. 1609 yılında Galileo'nun, içine küçük çaplı iki mercek yerleştirilmiş ince bir tüpü gökyüzüne çevirmesiyle başlayan teleskop çağı, son yarım yüzyılda uzay teleskoplarının kullanılmaya başlanmasıyla bambaşka bir boyuta taşındı.

Günümüzde yüksek teknolojinin sunduğu imkânlarla Güneş'ten asteroitlere, kuyruklu yıldızlardan gezegenlere ve onların uydularına kadar pek çok gök cismi ayrıntılı biçimde gözlemlenebiliyor ve önemli keşifler yapılabiliyor. Özellikle Hubble Uzay Teleskobu ve James Webb Uzay Teleskobu, astronomi alanında gözlem kapasitesini olağanüstü düzeyde geliştirdi. Gelişmiş optik sistemlerin ve hassas dedektör teknolojilerinin uzayda etkin biçimde kullanılması sayesinde evrenin yapısı ve dinamikleri farklı dalga boylarında çok daha ayrıntılı olarak incelenebiliyor.

Güneş sistemindeki asteroitlerin ve kuyruklu yıldızların yörünge özellikleri, fiziksel ve kimyasal yapıları, bu cisimlerin oluştukları koşullar ve Güneş sisteminin erken dönemleri hakkında önemli bilgiler sunuyor. Asteroitler kayaç ve metal açısından zengin gök cisimleriyken kuyruklu yıldızlar temel olarak buz ve tozdan oluşur. Bu cisimlerin Dünya'nın yakınlarından geçerken gözlenmesi ve yapısal özelliklerinin anlaşılması için önemli projeler yürütülüyor. Örneğin Dünya'nın yakınından geçtiği için çarpma olasılığı yüksek olan bazı asteroitler takip ediliyor. Çapları genellikle 1 km'den küçük olan bu cisimler son derece sönük olduğundan gözlemlenmeleri ise zor. Ancak asteroitler ve kuyruklu yıldızlar gökyüzünde yıldızlara kıyasla çok daha hızlı hareket ettiklerinden kolayca ayırt edilebiliyorlar. Bu cisimlerin yaşları, kimyasal bileşimleri ve yörünge özellikleri, içinde oluştukları sistemin özelliklerini yansıtıyor.

Güneş sistemi ile Samanyolu'ndaki diğer gök cisimleri, gök adamızın kütle merkezi etrafında dolanır. Bu hareketleri sırasında gök cisimleri zaman zaman birbirlerine yaklaşabilir, bir gök cismi başka bir gök cisminin kütle çekim alanına girebilir veya kütle çekim etkisiyle bağlı olduğu gök cisminin yörüngesinden kurtulabilir. Ayrıca yıldızlar ve yıldız sistemleri arasındaki mesafeler çok büyük olsa da başka yıldız sistemlerindeki gök cisimleri çarpışmalar ya da dinamik etkileşimler sonucu kendi sistemlerinden yıldızlar arası ortama savrulabilir.

2017'de keşfedilen 1I/Oumuamua ve 2019'da keşfedilen 2I/Borisov, Güneş sisteminin dışından geldiği belirlenen ilk gök cisimleri oldu. Yaklaşık 400 metre uzunluğunda olduğu tahmin edilen 1I/Oumuamua, çubuk şeklindeki yapısıyla alışılmadık özelliklere sahip. Başlangıçta kuyruklu

yıldız olduğu düşünülse de kuyruklu yıldızlara özgü bir komaya (kuyruklu yıldızın yapısındaki maddelerin süblimleşmesi yani katı hâlden doğrudan gaz hâle geçmesi sonucu çekirdeğin etrafında oluşan atmosfer) ve kuyruk yapısına sahip değil.

Güneş sisteminin dışından gelen ikinci ziyaretçi olması sebebiyle isminin önüne 2I (Interstellar 2) kısaltması konulan 2I/Borisov ise 2019'da keşfedildi. 2I/Borisov'un kimyasal bileşimi ve yapısı incelendiğinde bilinen en bozulmamış kuyruklu yıldız olduğu belirlendi. Bilim insanları 2019'da Güneş sistemine ulaşana kadar 2I/Borisov'un başka bir yıldızın yakınından geçmediğini, dolayısıyla yıldızlardan yayılan yüksek enerjili radyasyondan ve parçacıklardan etkilenmediği için kimyasal bileşiminin, içinde oluştuğu toz ve gaz bulutunun özelliklerini yansıttığını düşünüyor.

2I/Borisov kuyruklu yıldızının, Dünya'nın 418 milyon km uzağından geçerken Hubble Uzay Teleskobu tarafından çekilen görüntüsü

Yıldızının etrafındaki toz ve gaz diskinin dış bölgelerinde kozmik çarpışmalar sonucu oluştuğu düşünülen 2I/Borisov, daha sonra bir yıldızın ya da dev bir gezegenin kütle çekimi etkisiyle yıldızlararası ortama savrulmuş olabilir.

Hiperbolik bir yörüngeye sahip olması ve saate yaklaşık 177.000 km hızla hareket etmesi, 2I/Borisov'un yıldızlararası uzaydan gelen bir kuyruklu yıldız olduğunu ortaya koyuyor.

Son ziyaretçi: 3I/ATLAS

NASA'nın Şili'de kurulu ATLAS (Asteroid Karasal Çarpma Son Uyarı Sistemi) gözlemevi Dünya'ya çarpma tehlikesi olan asteroitleri takip edip uyarı verebiliyor. ATLAS ile yapılan gözlemler sırasında, 1 Temmuz 2025 tarihinde yıldızlararası uzaydan gelen yeni bir cisim keşfedildi. Gökyüzünde Yay Takımyıldızı bölgesinde görülen bu yeni cisme 3I/ATLAS ismi verildi.

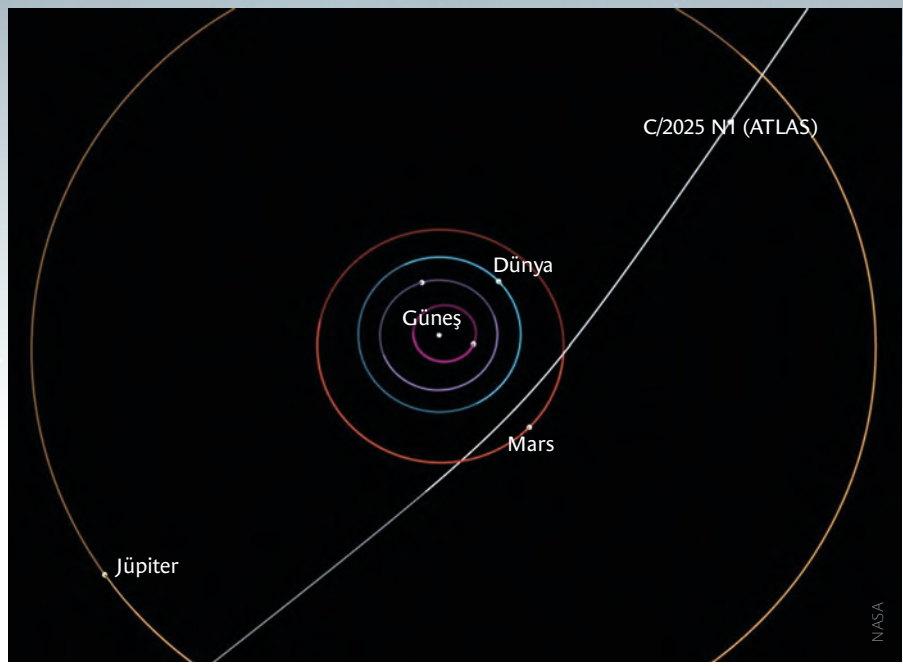
Keşiften sonra, farklı teleskoplardan elde edilen veriler incelenerek cismin yörüngesi hesaplandı.

Sonraki günlerde Hubble Uzay Teleskobu, James Webb Uzay Teleskobu, Gemini Gözlemevi gibi farklı teleskoplarla gözlemler yapılarak kuyruklu yıldız olduğu tahmin edilen cismin boyutu, fiziksel özellikleri ve kimyasal bileşimi belirlenmeye çalışıldı.

3I/ATLAS Dünya'nın yaklaşık 365 milyon km uzağından geçerken Hubble Uzay Teleskobu tarafından çekilen görüntüsü

3I/ATLAS Neden İlgi Görüyor?

3I/ATLAS'ın hızı ve yörünge özellikleri daha önce keşfedilen diğer iki yıldızlararası cisimden farklı. 3I/ATLAS, saate yaklaşık 210.000 km hızla hareket ediyor ve hiperbolik yörüngesinin dış merkezlik (basıklık) değeri yaklaşık 6,08. 3I/ATLAS Güneş sisteminin dışından geldiği için başka bir yıldız sisteminde oluştuğu düşünülüyor.



3I/ATLAS'ın Güneş sisteminde izlediği yörünge.

3I/ATLAS Dünya'ya Çarpabilir mi?

3I/ATLAS ilk keşfedildiğinde Güneş'le aralarındaki mesafe yaklaşık 670 milyon km idi. Sonraki günlerde Güneş'e yaklaşmaya devam eden kuyruklu yıldızın 29 Ekim'de Güneş'e en yakın konumdan geçmesi bekleniyor. 3I/ATLAS'ın yeryüzünde kurulu teleskoplar ile eylül ayı boyunca gözlenebileceği, ekim ayında Güneş'in en yakınından geçtikten sonra kuyruklu yıldızın aralık ayının başında tekrar gözlem için uygun konuma geleceği tahmin ediliyor.

3I/ATLAS kuyruklu yıldızı Dünya için bir tehdit oluşturmuyor. 19 Aralık 2025'te Dünya'nın en yakından geçecek olan 3I/ATLAS bu konumdayken Dünya ile aralarındaki mesafe yaklaşık 270 milyon km olacak.

Cismin gökyüzündeki güncel konumunu ve Güneş sistemi içinde izlediği yörüngeyi takip etmek için kare kodu akıllı cihazlarınıza okutabilirsiniz.

3I/ATLAS'ın Güneş Sistemi Dışından Geldiğini Nasıl Biliyoruz?

3I/ATLAS'ın Güneş sistemi dışından geldiğini anlamamızı sağlayan en önemli ipuçları, cismin hızı ve yörünge özellikleri. Yapılan analizler, 3I/ATLAS'ın Güneş'in kütle çekimine bağlı olmadığını gösteriyor. Çünkü yörüngesinin dış merkezlik değeri ~6,08 olan 3I/ATLAS, hiperbolik bir yörüngede hareket ediyor.

Daha önce keşfedilen yıldızlar arası cisimlerden 1I/Oumuamua'nın yörüngesinin dış merkezlik değeri yaklaşık 1,2 iken 2I/Borisov'un dış merkezliği 3,36'ydı. Yani 3I/ATLAS'ın dış merkezliği değeri, diğer iki gök cismine göre çok daha yüksek.

Bir gök cisminin dış merkezlik değerinin 0 olması yörüngesinin mükemmel bir çember şeklinde olduğunu gösterir. Dış merkezliğin 0-1 arasında olması eliptik yörüngeye, 1 olması parabolik yörüngeye,1'den büyük olması ise hiperbolik yörüngeye karşılık gelir. Dış merkezlik değeri sonsuza yaklaştıkça yörünge giderek doğrusallaşır.

Hiperbolik yörüngelerde hareket eden cisimler, Güneş'in yakınından geçip geri dönmeyecek şekilde yıldızlararası uzaya geri döner. Yani başladıkları noktaya geri döndükleri kapalı bir yörüngede dolanmazlar.

Peki, Bu Üçüncü Ziyaretçi Nereden Geliyor Olabilir?

Gemini Gözlemevi tarafından kaydedilen bu fotoğrafta 3I/ATLAS'ın sahip olduğu koma ve kuyruk yapısı görülebiliyor.

noirlab.edu

3I/ATLAS'ın hangi yıldız sisteminden geldiğini henüz anlaşılamadı. Ancak saniyede yaklaşık 58 km hızla hareket ettiği belirlenen 3I/ATLAS'ın 7,6–9,6 milyar yıl önce oluştuğu tahmin ediliyor. Yani Güneş sisteminden daha yaşlı olabilir. 3I/ATLAS'ın keşfinden sonra kaynağını belirlemeye yönelik farklı çalışmaların sonuçları arXiv'de yayınlandı. Bu araştırmalarda 3I/ATLAS'ın gök adamızın "kalın disk" ya da "ince disk" adı verilen bölgesinin üyesi olabileceğini gösteren sonuçlar elde edildi. Kalın disk çoğunlukla yaşlı ve metal içeriği düşük yıldızlardan oluşurken bu bölgede bulunan yıldızların hızları geniş bir aralıkta değişir. Daha genç ve metal açısından zengin yıldızlardan oluşan ince diskteki yıldızların hızları ise birbirine daha yakındır.

İlk gözlemler 3I/ATLAS'ın bir kuyruklu yıldız olabileceğini gösterdi. Ancak başlangıçta belirgin bir kuyruk ve koma yapısı tespit edilemedi. Bu durumun 3I/ATLAS Güneş'e yaklaştıkça değişebileceği düşünülüyordu. Şili'deki Gemini Gözlemevi tarafından 27 Ağustos'ta yapılan gözlemler sayesinde 3I/ATLAS'ın çekirdeğinin etrafında, yapısındaki maddelerin süblimleşmesi sonucu ortaya çıkan bir koma ve Güneş rüzgârı etkisiyle Güneş'ten uzağa doğru uzanan bir kuyruk yapısı belirlendi.

İlk tahminler, 3I/ATLAS'ın genişliğinin yaklaşık 20 km olabileceğini gösteriyordu. Vera Rubin Gözlemevi'nin elde ettiği veriler boyutunun 10 km civarında olabileceğini gösterdi. Hubble Uzay Teleskobu'ndan elde edilen son bilgiler ise kuyruklu yıldızın çekirdeğinin çapının en fazla 5,6 km olabileceğine işaret ediyor.

Giderek gelişen teleskop teknolojileri ve analiz yöntemleri sayesinde gelecekte küçük boyutlarına rağmen bilim insanlarına önemli bilgiler sağlayan yıldızlararası cisimlerin daha sık keşfedilmesi bekleniyor. Bu keşiflerle yalnızca yıldızlar arası cisimlerin yapısal özellikleri hakkında değil, aynı zamanda içinde oluştukları farklı yıldız sistemleri ile ilgili de bilgiler elde edilebilir. ■

Kaynaklar

- https://science.nasa.gov/solar-system/comets/3i-atlas/
- https://science.nasa.gov/blogs/planetary-defense/2025/07/02/nasa-discovers-interstellar-comet-moving-through-solar-system/
- https://www.livescience.com/oumuamua-interstellar-hydrogen-or-aliens.html
- https://www.space.com/astronomy/comets/new-interstellar-object-3i-atlas-everything-we-know-about-the-rare-cosmic-visitor
- https://www.scientificamerican.com/article/new-interstellar-object-3i-atlass-biggest-mysteries-explained/
- https://earthsky.org/space/new-interstellar-object-candidate-heading-toward-the-sun-a11pl3z/
- https://bilimgenc.tubitak.gov.tr/makale/yildizlararasindan-gelen-ziyaretciler-ve-yasli-bir-kuyruklu-yildiz-3iatlas
- https://arxiv.org/pdf/2509.03361

BİR KAREDE DOĞA

BigPicture Objektifinden 2025'in En İyi Doğa Fotoğrafları

Hayriye Yetiş Avcı | *TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi*

2014 yılından bu yana her yıl dünyanın dört bir yanından fotoğrafçıları bir araya getiren BigPicture: Doğal Dünya Fotoğraf Yarışması kazananları 15 Haziran Doğa Fotoğrafçılığı Günü'nde açıklanmıştı. Yaklaşık 60 ülkeden fotoğrafçının 8.000'den fazla fotoğrafının katıldığı yarışmada büyük ödülün yanı sıra Suda Yaşam, Karasal Yaban Hayatı, İnsan ve Doğa gibi yedi farklı kategoride de kazananlar ve finalistler belirleniyor. Gelin, doğanın olağanüstü güzelliğini ve ihtişamını gözler önüne seren bu fotoğraflardan derlediğimiz seçkiye birlikte göz atalım.

Lemurun Zorlu Hayatı

Büyük ödülün sahibi olan bu fotoğraf, kahverengi lemurlar (*Eulemur fulvus*) bir kayalıktan diğerine sıçrarken çekildi. Bir kasım sabahı gün doğmadan önce çekim yapacağı bölgeye doğru yola çıkan fotoğrafçı Donglin Zhou, fotoğrafı çekebilmek için akşam saatlerine kadar bekledi. Sırtında yavrusuyla birlikte dik bir kayalıktan diğerine atladığı esnada çekilen fotoğraftaki anne lemur, muhtemelen yiyecek ararken sürüsüne liderlik ediyordu.

Donglin Zhou/California Academy of Sciences

Anne Ahtapot

Suda Yaşam Kategorisi'nin kazananı olan bu fotoğrafta, anne Karayip resif ahtapotunun (*Octopus briareus*) yumurtalarını korumak için gösterdiği çabayı görmek mümkün. Yalnız yaşayan bir tür olan Karayip resif ahtapotu, çiftleştikten sonra yumurtalarıyla ilgilenmek için ulaşılması son derece zor olan yerlerde saklanır. Yumurtaların gelişim sürecinde beslenmeyi bırakan anne Karayip resif ahtapotu, yumurtalar çatladıktan bir süre sonra da ölür. Kat Zhou tarafından çekilen bu fotoğraf, annelik içgüdüsünün doğadaki çarpıcı bir yansıması.

Kat Zhou/California Academy of Sciences

Yuvadan Ayrılış

Kanatlı Yaşam Kategorisi'nde birinci olan bu fotoğrafta görülen altı kişilik Honduras beyaz yarasa (*Ectophylla alba*) ailesi, akşam alacakaranlığında besin aramak için uçmaya hazırlanıyor. Dvir Barkay tarafından çekilen fotoğrafta aile üyelerinden biri incir meyvesi aramak için yuvadan ayrılırken diğerleri de kısa bir süre sonra onu takip edecek gibi görünüyor. Honduras beyaz yarasaları, Heliconia bitkisinin büyük yapraklarını kenar kısımlarından ortaya doğru ısırarak kıvrılmalarını sağlar. Böylece altına sığınabilecekleri çadır benzeri barınaklar inşa ederler.

Dvir Barkay/California Academy of Sciences

Gözsüz

Karasal Yaban Hayatı Kategorisi'nde finale kalan bu fotoğrafta görülen Pallas kedisinin (*Otokolobus manul*) gözleri yoğun bir kar fırtınasının ardından tamamen kapanmış durumda. Fotoğrafı çeken Muhammed Murad, Pallas kedilerinin zorlu iklim koşullarıyla mücadelesini vurgularken bir yandan da kürkleri için avlanmaları ve yaşam alanlarının tahrip edilmesi gibi türün varlığını tehdit eden unsurlara dikkat çekmeyi amaçladığını belirtiyor.

Mohammad Murad/California Academy of Sciences

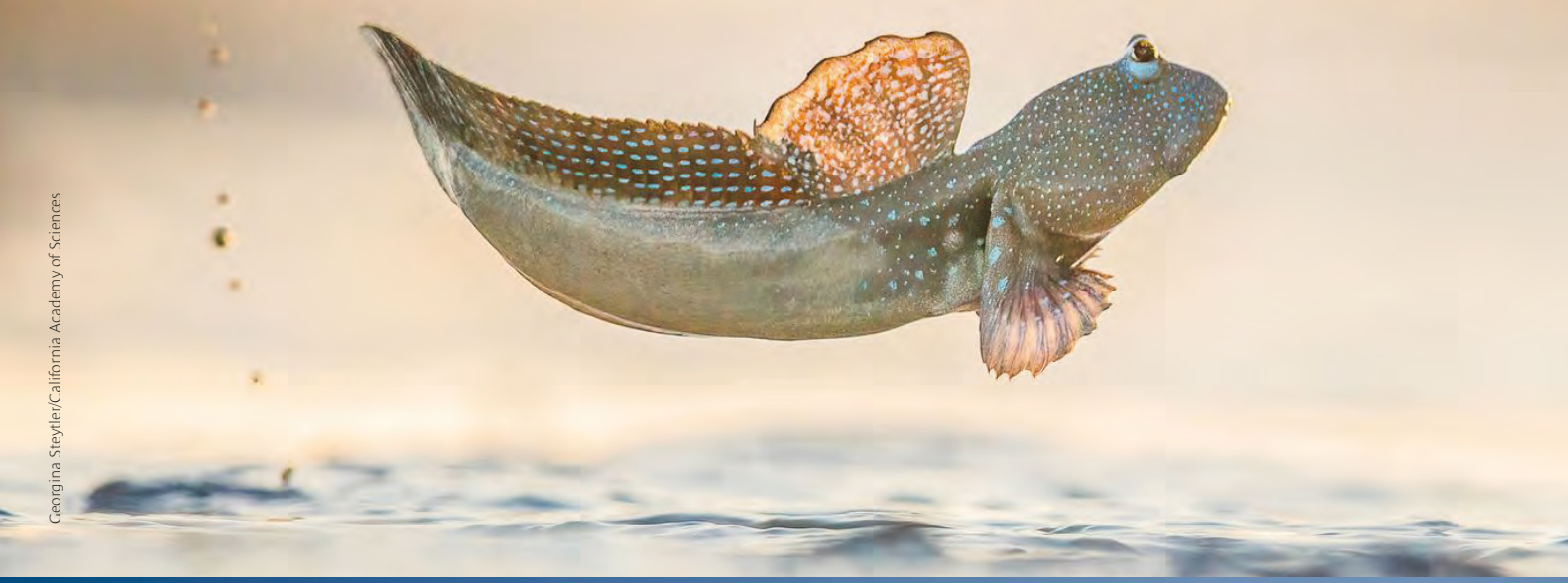
Tuzaktaki Yüz

Fotoğraftaki genç boz ayı (*Ursus arctos horribilis*), çiftlikteki koyunlara zarar verdiği şüphesiyle yaban hayatı araştırmacıları tarafından yakalandı. Menfez tuzağının kapısının kapanmasıyla ayının yüzünde beliren ifade, fotoğrafçı Rob Green'in kadrajına yansıdı. Sağlık kontrolleri yapılıp takip cihazı takıldıktan sonra serbest bırakılan boz ayı, doğal ortamına geri döndü. Görünen o ki artan insan nüfusu ve genişleyen tarım alanları nedeniyle besin kaynağı azalan boz ayılar, yiyecek aramak için çiftlik hayvanlarına yöneliyor. İnsan ve Doğa Kategorisi'nin finalistleri arasında yer alan bu fotoğraf, vahşi yaşamla insan arasındaki ilişkinin yeniden sorgulanması gerektiğini hatırlatıyor.

Rob Green/California Academy of Sciences

Çamur Zıpzıpı

Mavi benekli çamur zıpzıpını (*Boleophthalmus pectinirostris*) çamurun üzerinde sıçrarken havada yakalamayı başaran Georgina Steytler, çektiği bu fotoğrafla Suda Yaşam Kategorisi'nin finalistlerinden biri oldu. Amfibi (iki yaşamlı) canlılar olan çamur zıpzıpları, adını yüzgeçleri ve kuyruğu yardımıyla havaya sıçrayabilme yeteneğinden alır. Bu görüntü, çamur zıpzıplarının hem suda hem karada yaşayabilmelerini sağlayan mükemmel uyum yeteneklerini gözler önüne seriyor.



Georgina Steytler/California Academy of Sciences

Böceklerin Tanıdık Dünyası

Arka Bahçemden Fotoğraf Hikâyesi Kategorisi'nin kazananı olan bu fotoğrafta, üzeri çiyle kaplı olan ev sineği (*Musca domestica*) tıpkı bir mücevher gibi parıldıyor. Ancak ev sineği, üzerindeki su damlacıkları buharlaşıp kuruyana kadar uçamayacak. Takuya Ishiguro tarafından çekilen fotoğraf, seride yer alan diğer böcek fotoğraflarıyla birlikte böceklerin göz alıcı dünyasına yakından bakma fırsatı sunuyor. ■

Takuya Ishiguro/California Academy of Sciences

Kaynaklar

https://www.bigpicturecompetition.org/2025-winners#
https://www.calacademy.org/press/releases/announcing-the-winners-of-the-california-academy-of-sciences%E2%80%99-12th-annual-bigpicture

BİLİM TARİHİNDEN NOTLAR

Prof. Dr. Hüseyin Gazi Topdemir
[*Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi, Felsefe Bölümü, Bilim Tarihi Anabilim Dalı*

Fârâbî'nin Bilimsel Çalışmaları II

Türk düşünce tarihinin seçkin temsilcilerinden biri olan Fârâbî bilim, felsefe, mantık ve müzik gibi entelektüel kültürün farklı dallarında çok sayıda eser kaleme almış, sahip olduğu bilgi derinliği, üstün kavrayış gücü ve karmaşık problemlere yalın ve anlaşılır cevaplar verebilme yeteneği sayesinde düşünce tarihine Aristoteles'ten sonra Muallim-i Sânî yani İkinci Bilge olarak geçmeyi başarmıştır. Varlık ve var olanlar hakkındaki temel felsefi sorulara getirdiği açıklamalar, Doğu ve Batı felsefe geleneklerine ve klasik mantığa yaptığı katkılarla birlikte bu bilim dallarının biçimlenmesinde etkili olmuştur.

Fârâbî'nin eserleri, İslam dünyasında çeviri döneminden özgün eserlerin üretilebildiği bir kültürel olgunluk, yeterlik ve yetkinlik dönemine geçildiğinin kanıtıdır. Felsefe alanındaki yetkinliği Doğu ve Batı felsefe tarihinin önde gelen filozoflarının düşüncelerine yön verirken bilim alanında da yeni kuramların

cdn.islamansiklopedisi.org.tr

geliştirilmesinin önünü açmıştır. Mesela İbn Sînâ (980-1037) varlık bilimini onun sayesinde kavradığını otobiyografisinde açıkça bildirirken Latin Orta Çağ filozoflarından Albertus Magnus (1200-1280) ve Thomas Aquinas (1225-1274), Fârâbî'nin fikirlerinden derinlemesine etkilenerek kendi düşünce sistemlerini oluşturmuştur.

Yıldızların Bilimi

Fârâbî, bilimleri sınıflandırırken gök bilimini matematik bilimleri grubuna dâhil ederek "yıldızların bilimi" olarak adlandırmış ve iki kısma ayırmıştır. Birincisine astroloji adını vermiş ve astrolojiyi "İnsanların yıldızlara bakarak sonuçlar çıkardıklarını düşündükleri bir etkinliktir." şeklinde tanımlamıştır.

kevron2001 / iStock

İkincisini ise asıl bilim olarak sayılan matematiğe dayalı gök bilimi olarak adlandırmış ve "gök nesnelerinin biçimlerini, birbirlerine olan göreli uzaklıklarını, büyüklüklerini, hareket türlerini, gökyüzünde takip ettikleri görünür rotaları, doğuş ve batış zamanlarını ve konumlarını inceleyen bir bilim dalı olarak tanımlamıştır.

Astroloji hakkındaki nitelemeleri, Fârâbî'nin bu alanı bir bilim dalı olarak değerlendirmediğini gösterir. Zira "Eğer astrolojiye dayalı bir bilgi arayıştan söz edilecekse bu ancak gök nesnelerinin yaydığı ışık ve ısının Dünya üzerindeki etkilerini gözlemlemekten ibaret olabilir. Buna karşın yıldızların ve gezegenlerin konumlarından toplumun ileri gelenlerinin ölümlerini tahmin etme girişimi söz konusuysa onun herhangi bir bilimsel geçerliliği yoktur ve bağlamsal benzerliğe dayalı olarak yapılan analojik akıl yürütmenin kusurlu bir örneğinden başka

Maximusnd / iStock

bir şey değildir.” demektedir. Çünkü ona göre Ay ve Güneş tutulması, gezegenlerin görünen hareketleri gibi gözlemlere dayalı olarak açıklanabilen gök olaylarının aksine insan hayatındaki bazı olaylar ile gök nesnelerinin hareketi arasında kurulan hayalî bağdaştırmaların gözlemsel ya da deneyime dayalı bir temeli yoktur. İnsan eylemleriyle ilgili tüm astrolojik tahminler bu kategoriye girer.

Fârabî’nin astrolojiye yaklaşımı Orta Çağ döneminin geleneksel anlayışından ziyade modern dönem düşüncesine yakındır. Bu bakımdan Fârâbî, astrolojiyi bilimsel temellere dayandırmaya çalışan Ptolemaios’tan da belirgin bir şekilde ayrılır. Bu durum onun düşünme sistematiğinin bilimsel bakış açısına dayalı olduğunu göstermesi bakımından büyük önem arz eder.

Gök Bilimi Çalışmaları

Astroloji konusundaki yaklaşımını benimsememekle birlikte Fârâbî, gök bilimi çalışmalarında Ptolemaios’un gökyüzüne ilişkin verilerinden yaralanmıştır. Kesin kanıt olmamakla birlikte kendisinin de gözlem yapmış olabileceğinden söz edilir. Bu varsayım doğru olmasa bile Fârâbî’nin Bağdat’ta kaldığı süre boyunca çok sayıda gözlem verisine ulaşabildiği kesin olarak bilinir. Öte yandan gözlem yaptığına ilişkin bir iddianın ileri sürülmesini ve çeşitli açılardan değerlendirilmesini makul kılan gerekçeler vardır. Bunlardan biri, gök bilimi araştırmalarında tümevarıma yani gözlem ve deneye fazlasıyla önem vermesidir. Bu bağlamda matematik temelli bir bilim dalı olarak sınıflandırmasına karşın gök bilimini önemli ölçüde gözlem verilerine dayanan ampirik bir bilim olarak da nitelendirir. Fârabî’nin bu tutumunda Ptolemaios’un gözlemi gök bilimin kuramsal ve metodolojik dayanaklarından biri olarak kabul etmesinin etkili olduğu söylenebilir. Zira astroloji konusundaki anlayışı farklı olsa da Fârâbî’nin gökyüzüne ilişkin düşünceleri dikkatlice incelendiğinde gökyüzü tasarımını, Ptolemaios’un Yer merkezli gök modelini esas alarak oluşturduğu anlaşılır.

Fârâbî, gök bilimin sadece gezegenleri değil, gezegenlerin dışındaki gök nesnelerini ve gök kürelerini de incelediğini savunur. Geleneksel Yer merkezli modele uygun şekilde evreni Ay-üstü ve Ay-altı olmak üzere, birbirlerinden bütünüyle farklı unsurlardan oluşan iki bölgeye ayırır. Fârâbî, gök nesneleri ile Ay-üstü evreni oluşturan gök kürelerini (felek), gezegenleri ve yıldızları kasteder. Gök nesnelerinin üzerinde hareket ettiği

küreler, şeffaf olduklarından görünmez. Fârâbî gök nesnelerini varlık hiyerarşisinin en üstüne yerleştirir. Devamında akıllı canlılar, akıllı olmayan canlılar, bitkiler, mineraller ve dört unsur (ateş, hava, su, toprak) sıralanır.

Yer'den bakıldığında gök nesnelerinin en göze çarpan nitelikleri parlaklıkları ve gökyüzünde belirli bir düzen içinde hareket etmeleridir. Evrenin merkezinde hareketsiz bir şekilde Yer bulunur. Onun etrafında eş merkezli katmanlar hâlinde gök küreleri dizilmiştir. Evrenin sınırında bulunan ve "ilk gök" olarak isimlendirdiği en dıştaki kürede yıldız ve gezegen yoktur. Bu ilk küre diğer tüm küreleri çevreler ve gök nesnelerinin gökyüzünde doğudan batıya doğru gerçekleşen günlük hareketinden sorumludur. Onun altında sabit yıldızların küresi yer alır. Daha sonra sırasıyla Satürn, Jüpiter, Mars, Güneş, Venüs, Merkür ve Ay olmak üzere yedi gezegenin küreleri gelir. Böylece bütün evren dokuz küreye yerleştirilmiş olur.

Yer'e en yakın olan Ay'ın feleği, Ay-altı evren ile Ay-üstü evren arasındaki ayrımı oluşturan küredir. Ay-altı evrende sırasıyla dört unsur saf hâlleriyle bulunur: Ateş, hava, su ve toprak. Bundan sonra bu dört unsurdan meydana gelen fiziki varlıklar yer alır. Bu nesneler oluş ve bozuluşa uğradıkları için Ay-üstü evreni oluşturan varlıklar gibi mükemmel değildir. Ay-altı evrende Ay-üstü evrendekinden farklı ilkeler, kurallar ve yasalar geçerlidir. Buradaki varlıklar madde ve madde biçim kazandıran suret olmak üzere iki belirleyici ilkenin bir araya gelmesiyle oluşur. Madde, biçimsizdir ve formsuzdur ancak imkân dâhilinde varlığa dönüşme potansiyeline sahiptir. Biçim ise maddeyi belirli bir varlık hâline getiren ilkedir.

Gelecek sayımızda Fârâbî'nin bilimsel çalışmalarını ele almayı sürdüreceğiz. ■

adventtr / iStock

Kaynaklar

Farabi, *İdeal Devlet*, Çeviren: Ahmet Arslan, (2. Baskı), İstanbul: Türkiye İş Bankası, 2017.

Farabi, *İlimlerin Sayımı*, Çeviren: Ahmet Arslan, İstanbul: Türkiye İş Bankası, 2019.

Janos, D., "Al-Fārābī on the Method of Astronomy", *Early Science and Medicine*, Vol. 15, No. 3, Brill, s. 237-265, 2010.

Janos, D., *Method, Structure, and Development in al-Fārābī's Cosmology*, Leiden & Boston: Brill, 2012.

Topdemir, H. G., *Fârâbî*, (3. Baskı), İstanbul: Say Yayınları, 2017.

KARAKULAK

Doç. Dr. Arzu Gürsoy Ergen
Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü

Karakulak (*Caracal caracal*), kedigiller familyasının zarif ve çevik üyelerinden birisi olup Afrika, Orta Doğu, Orta Asya ve Hindistan'a kadar uzanan geniş bir coğrafyada yaşar. Onu diğer kedilerden ayıran en belirgin özelliği kulaklarının uç kısmındaki siyah püsküllerdir. Bu püsküller hem görsel iletişim aracı olarak kullanılır hem de çevredeki en ufak sesleri daha iyi algılamasını sağlar. Ayrıca karakulaklar hırlama, tıslama, tükürme ve miyavlama gibi çeşitli seslerle iletişim kurar.

Erkek karakulakların kütlesi 20 kilograma, dişilerinki ise 13 kilograma kadar ulaşabilir. Vücut yapıları ince, kaslı ve dengelidir. Uzun bacakları ve kısa kuyruğu ona çeviklik kazandırır. 80–125 santimetrelik boyu ve 40–50 santimetrelik omuz yüksekliğiyle orta büyüklükte bir yırtıcıdır. Kuyruğu genellikle 25–30 santimetre uzunluğundadır. Postu kızıl-kahverengi tonlardadır, karın kısmı daha açık renkte olup üzerinde beyaz lekeler görülebilir. Bu sade görünüm, doğal ortamında mükemmel bir şekilde kamufle olmasını sağlar.

Karakulak, güçlü kas yapısı ve dikkat çekici çevikliğiyle tanınır. Gündüzleri kayalık alanlarda ya da sık bitki örtüsü içinde dinlenir, geceleri ise avlanmaya çıkar. Gözleri loş ışıkta bile hareketleri seçebilecek kadar keskin, kulakları ise toprağın altındaki kıpırtıları ayırt edecek kadar hassastır. Güçlü arka bacakları sayesinde 3 metreye kadar zıplayarak havadaki kuşları yakalayabilir. Besinleri arasında küçük memeliler, kuşlar ve sürüngenler yer alır. Avlanma taktikleri genellikle pusuya yatma ve ani sıçramalara dayanır.

Yalnız yaşamayı tercih eden karakulaklar yalnızca çiftleşme döneminde bir araya gelir. Dişiler yılda bir veya iki kez yavrular. Yaklaşık 70–80 gün süren gebelik sonunda 1–6 yavru doğar. Yavrular birkaç ay anneleri tarafından korunur, bir yaşına geldiklerinde bağımsız olarak avlanmaya başlar.

Karakulak, Afrika'nın savanlarından Asya'nın kurak bozkırlarına, dağ eteklerinden çöllere kadar pek çok habitata uyum sağlayabilir. Su kaynaklarına bağımlı olmadan da yaşamını sürdürebilmesi, farklı coğrafyalarda ve habitatlarda varlık gösterebilmesinin en önemli nedenidir. Ancak habitat kaybı ve yasa dışı avlanma bazı bölgelerde karakulak popülasyonlarını tehdit ediyor.

Karakulak yalnızca bir avcı değildir, aynı zamanda ekosistemlerin dengesinde önemli bir rol oynar. Çevikliği, uyum yeteneği ve estetik görünümüyle doğanın en zarif yaban kedilerinden biridir. Neslinin geleceği için yaşam alanlarının korunması ve yasa dışı avlanmanın engellenmesi büyük önem taşıyor.

StuPorts / iStock

Gökyüzü

Dr. Tuba Sarıgül
[*TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi*

Jüpiter ve Ay, İkizler'de Buluşuyor

Ekim boyunca İkizler Takımyıldızı'nda görülebilen Jüpiter, 14 Ekim gecesi yarım ay şeklindeki Ay ile bir arada görülebiliyor. 21 Ekim'i 22 Ekim'e bağlayan gece en yüksek etkinliğe ulaşan Orionid Gök Taşı Yağmuru ise bu tarihte Ay yeni ay evresinde olduğundan gökyüzünde daha kolay fark edilebiliyor.

Mars

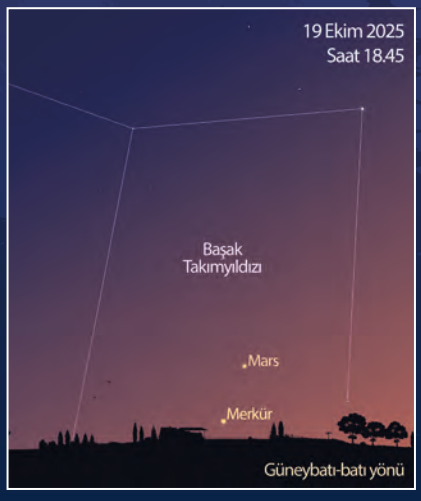
Ekim ayında Güneş'in batışından sonra ufkun hemen üzerinde görülebilen Mars, Dünya'ya göre Güneş'in arkasından geçeceği kavuşum konumuna yaklaşmaya devam ediyor. Mars, ayın ilk günlerinde gün batımında ufkun yaklaşık 5 derece üzerinde belirginleşmeye başlıyor. Ayın ilerleyen günlerinde ise ufkun üzerinden yüksekliği daha da azalıyor. 19 Ekim akşamı Mars ve Merkür güneybatı-batı yönünde ufkun üzerinde birbirine yakın görülebiliyor. İki gök cismi de ufka çok yakın olduklarından ancak uygun gözlem koşullarında ve çok kısa süre görülebiliyorlar.

Merkür

Merkür, ekim ayında Güneş'in batışından sonra güneybatı-batı yönünde ufkun üzerinde görülebiliyor. Ayın başında Başak Takımyıldızı'nda bulunan Merkür, ayın sonunda Akrep Takımyıldızı'na geçiyor. Merkür, 30 Ekim'de en büyük doğu uzanımı konumuna geliyor. Bu konumdayken uzanım açısı yani Dünya'dan Güneş'e ve Dünya'dan Merkür'e doğru olan hayali doğrultular arasındaki açı 23,9 derece. En büyük doğu uzanımı ve en büyük batı uzanımı konumlarında olduğu tarihler çoğunlukla Merkür gözlemi için son derece uygun zamanlar olsa da Merkür ekim ayı boyunca ufkun üzerinde çok yükselmediği için görülmesi son derece zor. 30 Ekim akşamı Merkür'ü ve Akrep Takımyıldızı'nın en parlak yıldızı Antares'i güneybatı ufkunun üzerinde birbirine yakın görmeyi deneyebilirsiniz.

Satürn

Satürn, ekim ayının başında gün batımından sonra doğu yönünde ufkun üzerinde ortaya çıkıyor ve neredeyse bütün gece görülebiliyor. Ayın ilerleyen günlerinde daha erken saatlerde batmaya başlayan Satürn, 31 Ekim'de Güneş'ten yaklaşık 3,5 saat önce batı ufkundan batıyor. Satürn, eylül ayında karşı konumdan geçmişti. Bu tarihten sonra Dünya



ile arasındaki mesafenin artması sonucu Satürn'ün parlaklığı ve görünür büyüklüğü hafifçe azalıyor. Satürn, 6 Ekim'de dolunay evresine yaklaşan Ay ile birbirine yakın görülebiliyor.

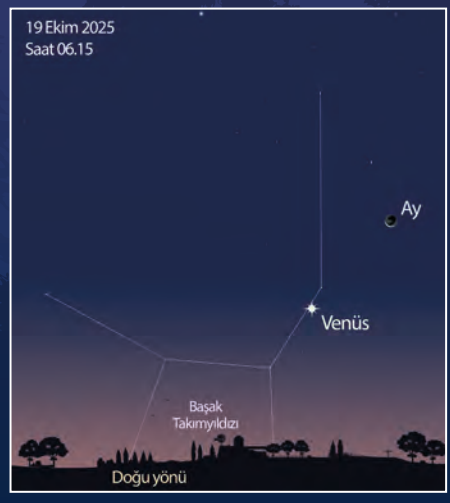
Jüpiter

Jüpiter ekim ayının ilk günlerinde gece yarısından kısa süre sonra kuzeydoğu-doğu yönünde ufuktan doğuyor. Şafak vakti Güneş'in aydınlığında kaybolunca kadar gökyüzünde görülebiliyor. Ayın ilerleyen günlerinde daha erken doğmaya başlayan Jüpiter, ayın sonunda yaklaşık üç saat erken doğuyor ve gözlenebileceği süre uzuyor. Ekim ayı boyunca İkizler Takımyıldızı'nda bulunan Jüpiter, takımyıldızın en parlak iki yıldızı Polluks ve Kastor'un güneydoğusunda yer alıyor. 14 Ekim gecesi Jüpiter'i ve Ay'ı birbirine yakın görebilirsiniz. Bu tarihte İkizler Takımyıldızı'nın en parlak yıldızı Polluks da bu ikiliye katılıyor.

Ekim ayında bir dürbün ya da küçük bir teleskop yardımıyla Jüpiter'in uydularından bazılarını gezegen yuvarlağının önünden geçerken görebilirsiniz. Jüpiter'in dört büyük uydusundan Io 15 Ekim gecesi saat 02.00'de, Europa da ondan yaklaşık bir saat sonra Jüpiter'in önünden geçmeye başlıyor. Io'nun geçişi saat 04.00 civarında Europa'nınki ise ondan yaklaşık iki saat sonra tamamlanıyor.

Venüs

Venüs, ekim ayında şafak vakti gökyüzünde. Ayın başında Aslan Takımyıldızı'nda bulunan Venüs, ayın ilk haftasından sonra Başak Takımyıldızı'na geçiyor. Venüs, ekim ayının ilk günlerinde Güneş'ten yaklaşık iki saat önce doğu yönünde ufuktan doğarken ilerleyen günlerde daha geç doğmaya başlıyor ve gözlem süresi kısalıyor. Ocak 2026'da Dünya'ya göre Güneş'in arkasından geçmeye hazırlanan Venüs'ün Güneş ile arasındaki açısal mesafe her geçen gün azalıyor. 19 Ekim sabahı doğu yönünde ufkun üzerine bakarak Venüs'ü ve hilal şeklindeki Ay'ı birbirine yakın görebilirsiniz.



Orionid Gök Taşı Yağmuru

Orionid (Avcı) Gök Taşı Yağmuru, 21-22 Ekim gecesi en yüksek etkinliğe ulaşıyor. Bu tarihte ışık kirliliğinden uzak bir yerde ve berrak bir gökyüzünde saatte maksimum 20 gök taşı görülebilir.

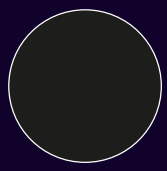
Orionid'in saçılma noktası yani gök taşlarının gökyüzünde ortaya çıkıp etrafa dağılıyormuş gibi göründüğü nokta, 21 Ekim'de gece yarısından yaklaşık iki saat önce kuzeydoğu-doğu yönünde ufuktan doğuyor ve şafak vaktinde ufkun üzerinde en yüksek noktaya ulaşıyor. Bu tarihte Ay, yeni ay evresinde olduğundan gök taşlarının fark edilmesini olumsuz etkilemiyor.

Orionid Gök Taşı Yağmuru yılın en bilinen gök taşı yağmurlarından biridir. Kaynağı 1P/Halley kuyruklu yıldızı olan Orionid, her yıl yaklaşık olarak ekim ayının başı ile kasım ayının ilk haftası arasında etkinliğini devam ettirir.

Dolunay
7 Ekim
Saat: 06.48

Son dördün
13 Ekim
Saat: 21.13

Yeni ay
21 Ekim
Saat: 15.25



İlk dördün
29 Ekim
Saat: 19.21

Yerberi
8 Ekim Saat: 15.39
359.819 km

Yeröte
24 Ekim Saat: 02.30
406.444 km

Gökyüzünün 76 Yılda Bir Gelen Ziyaretçisi 1P/Halley

1P/Halley kuyruklu yıldızının Siding Spring Gözlemevi tarafından 1986'daki son "ziyareti" sırasında çekilen fotoğrafı.

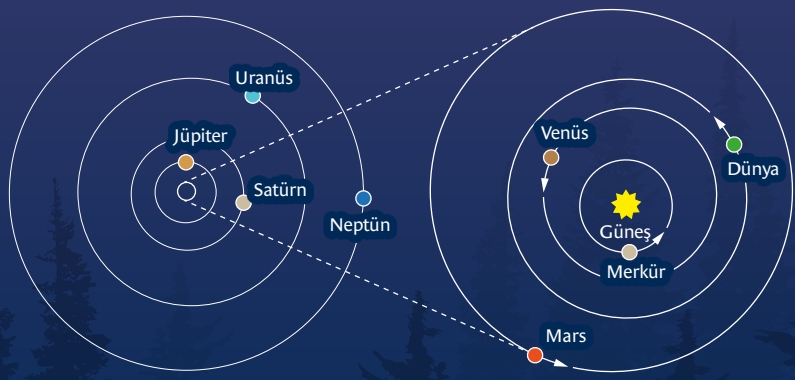
Bilinen kuyruklu yıldızlar arasında belki de en tanınmış olanı 1P/Halley'in, insanlar tarafından gözlemlendiğine dair ilk kayıtların geçmişi MÖ 467'ye dayanıyor. İngiliz gök bilimci Edmond Halley, 1705'te Newton'un kütle çekim ve gezegenlerin hareketiyle ilgili kuramlarını kullanarak ve çeşitli matematiksel hesaplamalar yaparak 1531, 1607 ve 1682 yıllarında Dünya'dan görülen kuyruklu yıldızın aynı cisim olduğunu ortaya koydu ve 1758 yılında tekrar Dünya'nın yakınından geçeceğini tahmin etti. Kuyruklu yıldız 1758'in sonunda Alman amatör gök bilimci Johann Georg tarafından gözlemlendi ve Edmond Halley'in anısına 1P/Halley kuyruklu yıldızı olarak isimlendirildi. 1P/Halley kuyruklu yıldızının isminin yanındaki P harfi, periyodik bir kuyruklu yıldız olduğunu gösterirken 1 rakamı periyodik olduğu kanıtlanan ilk kuyruklu yıldız olduğu anlamına geliyor. Güneş etrafındaki yörüngesini tamamlama süresi 200 yılın altında olan kuyruklu yıldızlar periyodik kuyruklu yıldız olarak isimlendiriliyor.

Güneş etrafındaki yörüngesini 76 yılda tamamlayan 1P/Halley kuyruklu yıldızı, en son 1986 yılında Dünya'nın yakınından geçmişti. 1P/Halley'in bir sonraki ziyaretinin 2061'de gerçekleşmesi bekleniyor.

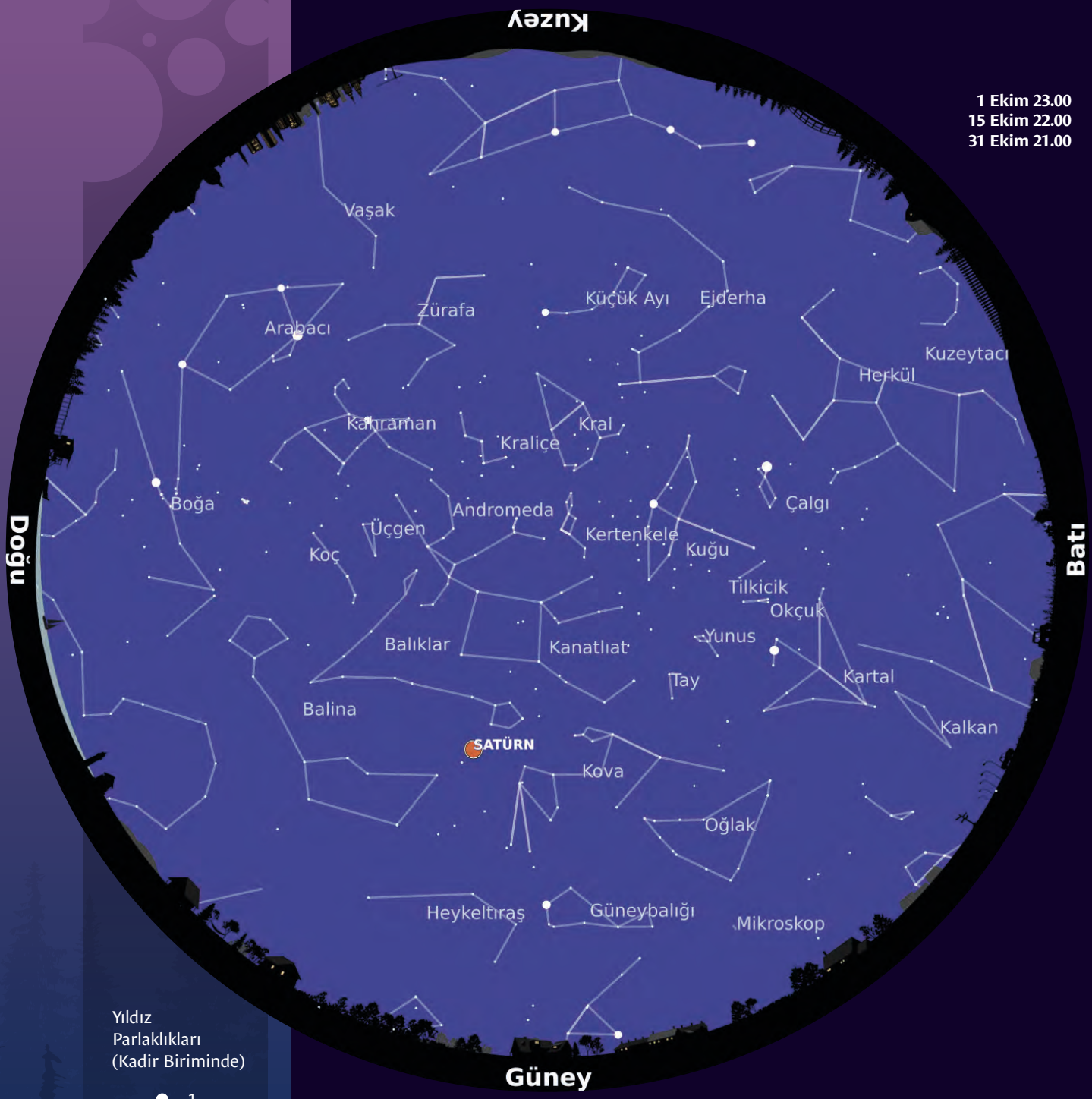
Ayın Önemli Gök Olayları

6 Ekim	Ay ve Satürn yakın görünümde
7 Ekim	Ay, dolunay evresinde
8 Ekim	Ay, Dünya'ya en yakın konumda
9 Ekim	Jüpiter ve Polluks yakın görünümde
10 Ekim	Ay ve Ülker Açık Yıldız Kümesi yakın görünümde
13 Ekim	Ay, son dördün evresinde
14 Ekim	Ay ve Jüpiter yakın görünümde Ay ve Polluks yakın görünümde
16 Ekim	Ay ve Regulus yakın görünümde
19 Ekim	Merkür ve Mars yakın görünümde
20 Ekim	Ay ve Venüs yakın görünümde
21 Ekim	Ay, yeni ay evresinde Orionid Gök Taşı Yağmuru en yüksek etkinlik
23 Ekim	Ay ve Merkür yakın görünümde
24 Ekim	Ay, Dünya'ya en uzak konumda
25 Ekim	Ay ve Antares yakın görünümde
29 Ekim	Ay, ilk dördün evresinde
30 Ekim	Merkür, en büyük doğu uzanımı konumunda

Ekim Ayında Gezegenlerin Birbirlerine Göre Yörüngelerindeki Konumları



Çizimdeki oklar, Güneş sisteminde yer alan iç gezegenlerin ekim ayında yörüngelerindeki hareketlerini gösteriyor. Dış gezegenlerin yörüngelerindeki konumları, ay içinde birbirine göre çok değişmediği için ekim ayının ortasındaki konumları, çizimde nokta şeklinde belirtilmiştir.



Yıldız Parlaklıkları (Kadir Biriminde)

- - 1
- 0
- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

Kaynaklar

- Okuyan, O. ve Köseoğlu, D. K., "2025 Gök Olayları Yıllığı", *Bilim ve Teknik*, Sayı 686, 2025.
- "Observing October 2024", *Sky and Telescope*, Cilt 150, Sayı 4, 2025.
- Ratcliffe, M. ve Ling, A., "Sky This Month", *Astronomy*, Cilt 53, Sayı 10, s. 28-35, 2025.
- https://www.imo.net/resources/calendar/
- https://science.nasa.gov/solar-system/comets/1p-halley/

Düşünme Kulesi

Ferhat Çalapkulu [*dusunme.kulesi@tubitak.gov.tr*

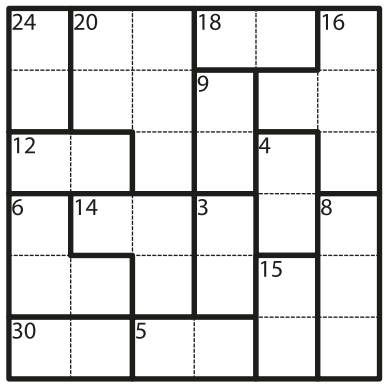
Ayın Oyunu
İşlemsiz Kendoku

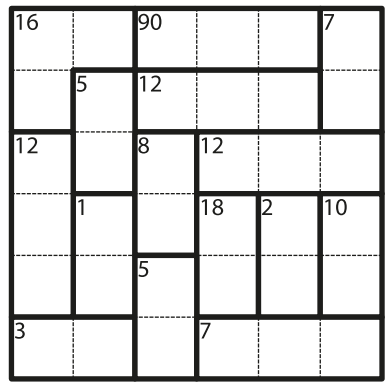
İşlemsiz Kendoku Oyununun Kuralları

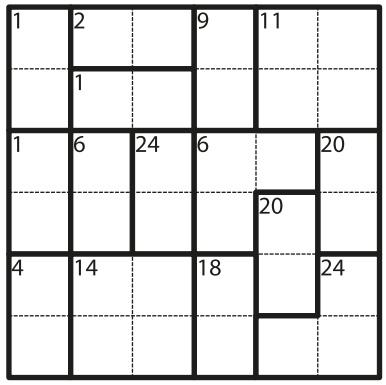
Her satırda ve sütunda 1'den 6'ya kadar tüm rakamlar tam olarak bir kez yer alacak şekilde diyagramı doldurun.

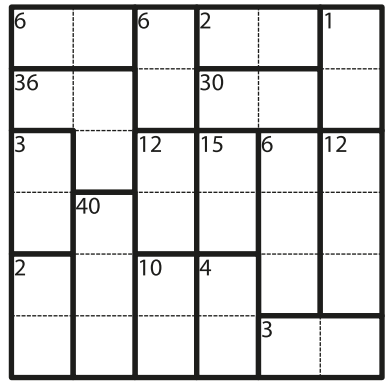
Bir bölge içerisinde rakam tekrarı olabilir.

Kalın çizgiyle belirtilmiş her bölgenin köşesindeki sayı, o bölgenin içindeki rakamların dört işlemden (toplama, çıkarma, çarpma veya bölme) birisi uygulanarak hesaplanmış sonucunu vermektedir.



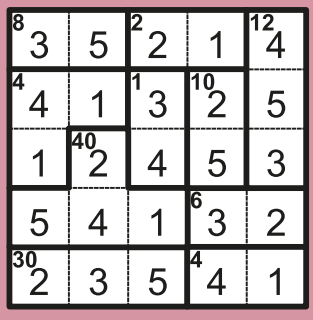






İşlemsiz Kendoku

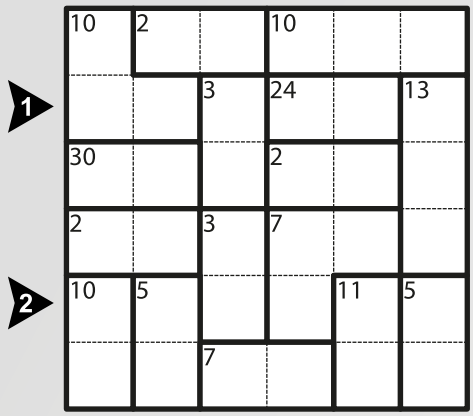
Örnek Çözüm



Ödüllü Soru

*İşlemsiz Kendoku sorusunu çözüp ok doğrultusundaki içeriği yazarak ad, soyad, adres ve telefon bilgileri ile birlikte dusunme.kulesi@tubitak.gov.tr adresine gönderenler arasından çekilişle belirlenecek 10 kişiye TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları tarafından yayımlanmış *Mutlu Beyin* başlıklı kitap hediye edilecektir. Çekiliş sonuçları, dergimizin internet sitesinden önümüzdeki ay içinde duyurulacaktır. Geçen ayın ödüllü Bölgesel At Hamlesiz Sudoku sorusunu doğru yanıtlayanlar arasından çekilişle belirlenerek kitap ödülü kazanan okurlarımızın listesi, internet sitemiz üzerinden duyuruldu.

bilimteknik.tubitak.gov.tr



1 ve 2 numaralı okun doğrultusundaki içeriği yazın. Mesela soldaki örnek çözümün ilk satırı 35214 şeklinde yazılmalıdır.

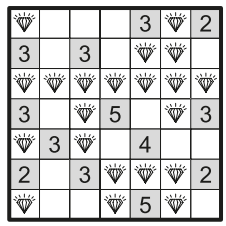
Hazine Avı: Her hücredeki rakam, çevresindeki komşu hücrelerde toplam kaç elmas olduğunu gösteriyor. Diyagramdaki tüm elmasların yerini bulun.

		2	1	2					1
2		4			1	3			1
1		4				1		3	
	3	4				2	2		
	3		5		3				2
3				2		3		3	
		2	2				2	3	
	5		2				3		2
3			3	1			2		1
2					1	1	2		

1	2		2		2		2	2	
		3				2			
	3				4				2
			5		4		4	2	
2	4	4				2			
			2				2	3	2
	2	2		2		3			
1				2				3	
			2				3		
	1	2		2		3		2	1

Hazine Avı

Örnek Çözüm



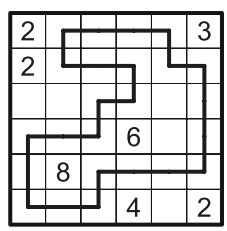
Yol Oluşturma: Oyunun amacı komşu hücreler boyunca yatay veya dikey ilerleyen ve kendisini kesmeyen kapalı tek bir yol oluşturmaktır. Yol, rakam olan hücrelerden geçemez ve bu rakamlar çevrelerindeki hücrelerden kaç tanesinin yolun parçası olduğunu belirtir.

3					3				
				6					3
5			6					5	
		7				5			
				8		7			
	5	7						5	
					6				
2				5					2

					3				
					6		6		
3			6						
3						5			
		6			5				
			7						
	8							6	3
				7					
							8		
		4	3						2

Yol Oluşturma

Örnek Çözüm



Geçen Sayının Çözümleri

5	4	3	1	2	6
6	2	1	3	4	5
3	6	2	4	5	1
4	3	6	5	1	2
2	1	5	6	3	4
1	5	4	2	6	3

2	6	4	5	3	1
1	2	6	3	5	4
4	1	3	6	2	5
5	3	1	4	6	2
3	5	2	1	4	6
6	4	5	2	1	3

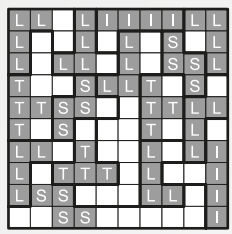
3	5	2	1	6	4
4	6	5	2	1	3
2	1	6	4	3	5
5	2	1	3	4	6
6	4	3	5	2	1
1	3	4	6	5	2

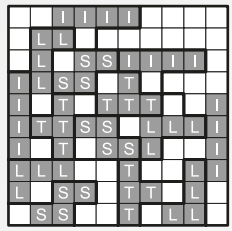
5	4	6	1	2	3
4	6	3	2	1	5
6	1	2	3	5	4
3	5	1	6	4	2
2	3	5	4	6	1
1	2	4	5	3	6

Bölgesel At Hamlesiz Sudoku

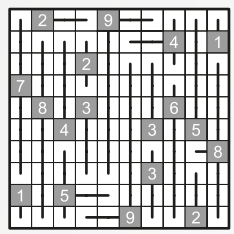
6	3	2	1	5	4
3	2	4	5	1	6
5	1	6	4	2	3
4	6	1	2	3	5
2	4	5	3	6	1
1	5	3	6	4	2

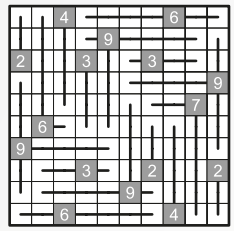
Ödüllü Soru:
Bölgesel At Hamlesiz Sudoku





LITS





Işın Ağı

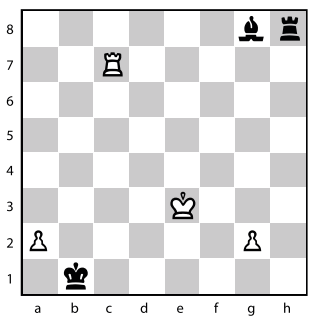
Satranç

Kıvanç Çefle [*btsatranc@tubitak.gov.tr*

Oyunlarda ve Etütlerde Uzak Görüş Etkisi - II

Önceki yazımızda uzak görüş etkisini gerçek yaşamda oynanmış oyunlardan örneklerle anlatmaya çalışmıştık. Bu defa etütçülerin bu konuyu nasıl ele aldığını göreceğiz. Kurgu dünyasında, gerçek oyunlarda olduğu gibi insani hatalar ve rakibin "işbirliği yapmaması" nedeniyle güzel bir fikrin gerçekleştirilememesi gibi sorunlar yok. Kurgucular uzak görüşlülük temasını bir sanatçı duyarlılığı ile hatalardan arınmış, berrak ve en önemlisi estetik bir anlayışla işlemişler. Şimdi ilk örneğimize bakalım (Diyagram 1).

Diyagram 1
German Umnov
Şahmati v SSSR, 1985
Birincilik Ödülü



Beyaz oynar kazanır.

Umnov'un ödüllü etüdünde beyazın amacı kalesini sekizinci yataya indirip siyahın hem fili hem de kalesini felç etmek, sonra da şahı ve g2 piyonunun eşgüdümlü manevrasıyla oyunu kazanmak.

Bunu iki şekilde yapabilir:
1. Kb7+ ve 2. Kb8, ya da
1. Kc8. Hangisi doğru?

Çözüm:

1. Kc8!!

Doğru seçim!

1…Şxa2 2. Kb8

Şimdi siyah fil ve kale yerlerine çakılı. Siyah şah da yalnızca a sütununda hareket edebilir.

2…Şa3 3. g3!

3. g4? Kh3+ ve beraberlik. Aceleye gerek yok!
3…Şa4 4. Şf4 Şa5
4…Şa3 5. g4 Şa2 6. Ke8 Şb3 7. Şe5 Şc4 8. g5 Şc5 9. Şf6 Şd6 10. g6 Şd7 11. Kf8+-.

5. g4! Şa6

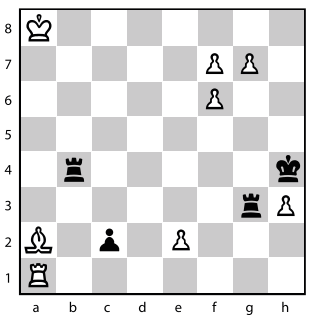
5…Şa4 Şe5! Fe6 7. Kxh8 Fxf4 Kh4!+-.

6. g5! Kh4+ 7. Şg3 Kh8 8. g6! Ff7 9. Kxh8 Fxg6 10. Kh6 ve beyaz kazanır.

Peki, 1. Kb7+ neden kazanmıyor? 1. Kb7+? Şa1! 2. Kb8 Şxa2 3. g3 Şa3 4. Şf4 Şa4 5. g4 Şa5 6. g5 Kh4+ 7. Şg3 Kh8 8. g6 Ff7 9. Kxh8 Fxg6 ve beraberlik. Çünkü 10. Kh6 hamlesi fil açmazda olmayacağından işe yaramaz. Beyaz 1.

Kc8!! oynayarak siyah şahın nihai pozisyonda a6 karesinde ve dolayısıyla da g6'daki filin açmazda olmasını sağladı!
İkinci örneğimizde uzak görüş etkisi 16 hamle sonra ortaya çıkıyor.

Diyagram 2
Nikolay Ryabinin
Zadachi i Etyudy, 1998
Birincilik Ödülü



Beyaz oynar ve kazanır.
Çözüm:

1. e3!!

Bu ilk başta siyah kaleyi g sütunundan ayırmaya yönelik bir hamle gibi gözükebilir. Oysa çok daha derin bir hamle!

1...Kxe3 2. Fb3! c1=V! 3. Kxc1 Kexb3

Şimdi siyah 4...Ka3# ya da 4...Ka4# ile tehdit ediyor.

4. Kc7 Kb8+ 5. Şa7 K8b4 6. Kc6 Kb7+ 7. Şa6 K7b4 8. Kc5 Kb6+ 9. Şa5 Kb7

Siyah sürekli mat tehdidiyle beraberlik peşinde.
10. Kc4+ Şh5

10...Şxh3 11. Kc3+ Kxc3 12. b8=V+-.

11. Şa4

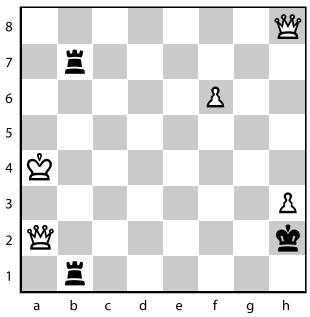
11. Kb4 Ka3+ 12. Ka4 Kab3 13. Kb4 Ka3+ 14. Ka4 Kab3 ve hamle tekrarıyla beraberlik.

11...Kb1 12. Kc5+ Şh4 13. Kb5 K1xb5

13...Ka7+ 14. Ka5 Kab7 15. f8=V+-.

14. f8=V Kb1 15. Vh8+ Kg3 16. g8=V Şh2 17. Va2+!! ve beyaz kazanır (Diyagram 3).

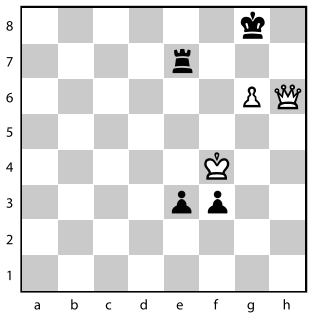
Diyagram 3



Beyaza oyunu kazandıran bu şah çekme hamlesi (17. Va2+) 16 hamle önce e2'de duran piyonunu feda etmesiyle mümkün oldu!

Son örneğimizde beyaz yaşamsal bir seçim yapmak zorunda kalacak (Diyagram 4).

Diyagram 4
L. Salai Jr.
The Problemist, 2016-2018
İkincilik Ödülü



Beyaz oynar ve kazanır.

Çözüm:

1. g7

1. Şxf3? e2 2. g7 e1=A+! 3. Şf2 Ad3+ 4. Şf1 Kxg7 5. Vd6 Kf7+=

1...Kxg7

Karar zamanı: 2. Şxf3 mü yoksa 2. Şxe3 mü oynamalı?

2. Şxf3!! Ke7 3. Vg6+

3. Şe2 Şf7=

3...Şf8 4. Şe2 Ke8 5. Vf6+ Şg8 6. Şd1!

Önemli bir tempo kaybetme hamlesi:
1 Şe1? e2 ve beyaz zugzwang'da; beraberlik.

6...e2 7. Şe1 Ke7 8. Ve7 ve kazanır.

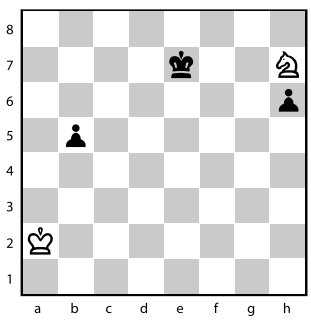
Peki beyaz ikinci hamlede f3 yerine e3 piyonunu alsaydı ne olurdu? Etüdün kuruluş nedeni aslında bu. Görelim:

2. Şe3? Kf7 3. Şf2 Kf8 4. Vg6+ Şh8 5. Şe1 f2+ 6. Şf1

Aslında bu pozisyon yukarıda verdiğimiz çözümde 7. Şe1 hamlesinden sonra oluşan pozisyonun "neredeyse" aynısı. Ama aradaki fark çok önemli. Burada bütün taşlar birer kare sağa kaymış durumda, bu da siyaha sürpriz bir kurtuluş hamlesi veriyor: 6...Kf7 7. Vxf7 ve pat!
Uzak görüş etkisi ile ilgili yazı dizimizi burada sonlandırıyoruz. Verdiğimiz örnekleri ilginç bulduğunuzu umarız.

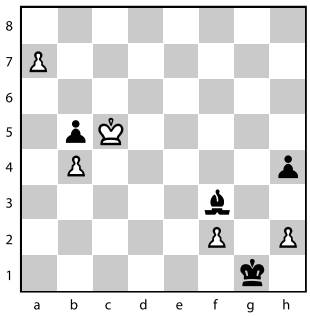
Ayın Soruları

Diyagram 5
David Gurgenidze
64, 1970



Beyaz oynar ve berabere kalır.

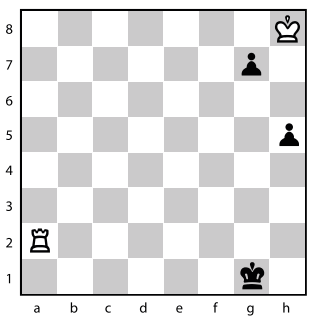
Diyagram 6
Nikolay Ryabinin
Uralskye Skazy, 1991
Birincilik Ödülü



Geçen Ay Sorulan Problemlerin Çözümleri

Geçen ay sorduğumuz sorular uzak görüş etkisi ile ilgiliydi. Şimdi bunların çözümlerini veriyoruz.

Diyagram 7
Josef Moravec
La Stratégie, 1912



Beyaz oynar ve kazanır.

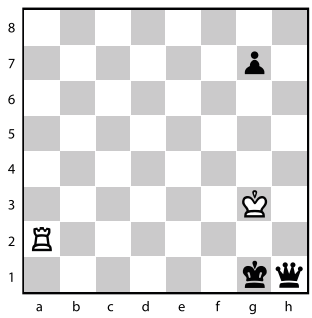
Çözüm:

1. Şh7!
Beyaz, neden g7 piyonu almıyor?

1...h4 2. Şg6 h3 3. Şg5 (Şh5, Şf5) h2 4. Şg4 h1=V 5. Şg3

Ve beyaz kazanır. Beyaz 6. Ka1# tehdit ediyor. Siyah ya mat olacak ya da vezirini verecek (Diyagram 8).

Diyagram 8

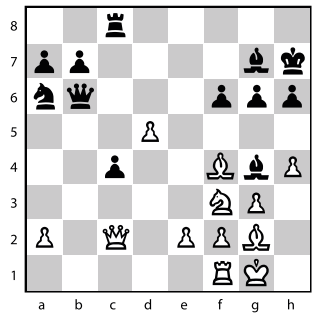


Şimdi görüyoruz ki eğer beyaz açgözlülük edip g7'deki piyonu almış olsaydı siyah 5...Vh8 oynar ve Ka1 matını engellerdi!

Bu arada eğer siyah piyonunu vezir yerine ata terfi ettirirse beyaza daha çok zorluk çıkarır, ama analizler sonuçta beyazın kazanacağını gösteriyor.

Örneğin 4...h1=A 5. Şf3 g5 6. Kd2 g4+ 7. Şxg4 Af2+ 8. Şf3 Ah1 9. Ka2+-.

Diyagram 9
Yuriy Kuzubov-Ivan Popov
Lake Sevan, 2013



Sıra beyazda, nasıl oynamalı?

Burada 22. Kb1 (22. Kxb7 fikriyle) akla yakın gözüküyor. Ancak 22... Ab4! bu planı engeller: 23. Va4 a5 24. a3 Ff5! ve beyazın açık bir üstünlüğü yok. Beyaz şöyle devam etti:

1. h5!! Fxh5

Artık fil f5 karesine oynayamaz.

23. Kb1!

Şimdi 23...Ab4 mümkün değil çünkü 24. Va4 a5 25. a3 ve siyah bir alet kaybeder.

23...Vc5 24. Kxb7 c3 25. Va4 Vc4 26. Kxg7+! Şxg7 27. Vd7+ Şh8 28. Ve6 Kf8 29. Ve7 Kg8 30. Vxf6+ Şh7 31. Ke5 ve siyah terk etti. ■

Keloğlan'ın Çiftlikteki Cücelere Kırmızı ve Beyaz Külah Dağıtması

Prof. Dr. Azer Kerimov [*bteknik@tubitak.gov.tr*
Bilkent Üniversitesi, Matematik Bölümü

Keloğlan 123 tane çok zeki cücenin yaşadığı bir çiftliği ziyaret eder ve cücelerin gerçekten keskin zekâlı olduklarından emin olmak ister. Bu amaçla Keloğlan çiftlikteki cücelerin tamamını çiftlik avlusuna davet edip onlarla bir oyun oynamak istediğini söyler. İlk önce Keloğlan cücelere oyunun kurallarını açıklar. Kurallara göre Keloğlan sırayla her cüceye ya kırmızı ya da beyaz külah hediye edecektir. Oyun iki kısımdan oluşuyor. Oyunun ilk kısmında Keloğlan önce cücelerden bir sıra oluşturacak ve sıradaki ilk cüceye "Oyunun ilk kısmında 123 külah dağıtıldıktan sonra kırmızı külah alan cüce sayısı kaç olacaktır?" sorusunu soracaktır. Sıradaki ilk cüce, kırmızı külah alacak cüce sayısı tahminini söyledikten sonra Keloğlan bir karar alarak bu cüceye kırmızı ya da beyaz külah hediye edecektir. Bundan sonra Keloğlan benzer şekilde sıradaki ikinci, üçüncü, … ve son olarak sonuncu cüceye önce "Oyunun ilk kısmında 123 külah dağıtıldıktan sonra kırmızı külah alan cüce sayısı kaç olacaktır?" sorusunu soracak ve bu cücenin yaptığı tahmini duyduktan sonra bir karar alarak bu cüceye ya kırmızı ya da beyaz külah hediye edecektir.

Tüm süreç boyunca her cüce hem diğer cücelerin söylediği sayıları duyacak hem de Keloğlan'ın tahminde bulunan cücelere verdiği külahların renklerini görecektir. Oyun başlamadan önce Keloğlan'ın 123 tane kırmızı ve 123 tane beyaz külahı bulunuyor ve dolayısıyla Keloğlan cücelere istediği sayıda kırmızı ve istediği sayıda beyaz külah dağıtabilir. Külahlar dağıtıldıktan ve dolayısıyla 123 cüceden her biri ya kırmızı ya da beyaz külah aldıktan sonra oyunun ikinci kısmı başlıyor.

Oyunun ikinci kısmında Keloğlan, birinci kısımda kırmızı külah alan toplam cüce sayısını doğru tahmin eden tüm cüceleri belirliyor. Doğru tahminde bulunan bu cücelerin en az biri oyunun birinci kısımda beyaz külah almışsa Keloğlan ilk kısımda beyaz külah alan her cücenin beyaz külahını kırmızı külahla değiştiriyor. İlk kısımda Keloğlan'dan hediye olarak kırmızı külah alan cücelerin külahları herhangi bir durumda değişmiyor. İkinci kısımdan sonra oyun tamamlanıyor.

Cücelerin oyundaki amacı oyunun bitiminde Keloğlan'dan aldıkları 123 külahtan kırmızı olanların sayısının mümkün oldukça büyük olmasıdır. Keloğlan'ın amacı ise oyunun bitiminde cücelere hediye ettiği 123 külahtan kırmızı olanların sayısının mümkün oldukça küçük olmasıdır.

Oyun, Keloğlan'ın kuralları cücelere açıklamasının hemen ardından başlayacaktır ve dolayısıyla cücelerin oyun başlamadan önce kendi aralarında bir ortak strateji geliştirme imkânı bulunmamaktadır.

Çiftlikteki cüceler Keloğlan'ın külah dağıtma stratejisinden bağımsız olarak her zaman oyunun sonunda toplamda en az N tane kırmızı külah almayı garantileyebiliyorsa, N sayısının alabileceği en büyük değer kaçtır? Cücelerin bu sayıda kırmızı külahı nasıl elde edebileceklerini açıklayınız ve N sayısının neden daha büyük olamayacağını kanıtlayınız.

Soruyu çözüp cevabı ad, soyad, adres ve telefon bilgileri ile birlikte bteknik@tubitak.gov.tr adresine gönderenler arasından çekilişle belirlenecek beş kişiye TÜBİTAK Popüler Bilim Yayınları'ndan bir kitap hediye edeceğiz:

Bu ay:
Problem Çözümüne Giriş

Çözümü ile birlikte gönderilmeyen cevaplar değerlendirmeye alınmayacaktır.

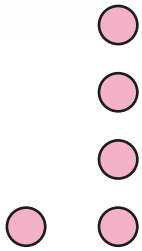
Doğru çözüm ve çekiliş sonuçları dergimizin internet sitesinden önümüzdeki ay içinde duyurulacaktır.

bilimteknik.tubitak.gov.tr

Zekâ Oyunları

Emrehan Halıcı [*zeka.oyunlari@tubitak.gov.tr*

DOĞRU OLUŞTUR



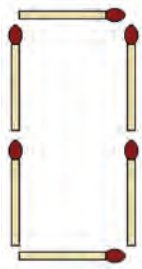
Şekilde görülen paraların yerlerini değiştirmeden iki para daha ekleyerek her birinde dörder para olan dört doğru elde ediniz.

GÜNLER

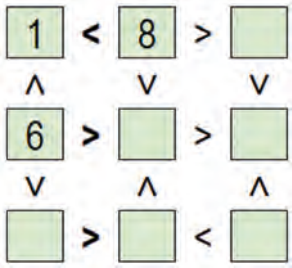
Hem dünkü hem de yarınki günün isimlerinin yazılışlarındaki harf sayısı bugünden fazladır. Herhangi bir günde söylenen bu önermenin doğru olma olasılığını hesaplayınız.

DİKDÖRTGENDEN KAREYE

Üç kibritin yerini değiştirerek 5 adet kare elde ediniz.



DOKUZ SAYI VE EŞİTSİZLİKLER



1'den 9'a kadar olan sayıları karelere öyle yerleştiriniz ki yatay ve dikey tüm eşitsizlikler gerçekleşsin.

Üç sayı önceden yerleştirilmiştir.

PALİNDROM

A, B, C ve D harfleri kullanılarak üretilecek 5 harfli kodların kaçı palindromdur?

(Palindrom: Soldan sağa veya sağdan sola doğru okunduğunda aynı olan sayı, sözcük ya da cümlelerdir.)

SAYIYI BUL

ABCDEF her rakamı farklı olan 6 basamaklı bir sayıdır.

- ▶ EF bir kare sayıdır.
- ▶ ABC bir küp sayıdır.
- ▶ A sayısı E'den 1 fazladır.
- ▶ AB 3'e tam bölünür.
- ▶ DEF bir asal sayıdır.

Bu sayıyı bulunuz.

ÜÇ ARKADAŞ

Üç arkadaşın adları Arda, Baran ve Cem, soyadları Demir, Kaya ve Yalçın, saç renkleri ise esmer, kumral ve sarışındır.

- ▶ Arda sarışın değildir.
- ▶ Cem'in soyadı Yalçın değildir.
- ▶ Baran esmer değildir.
- ▶ Sarışın olanın soyadı Demir'dir.
- ▶ Arda'nın soyadı Yalçın değildir.

Bu bilgilere göre her birinin soyadını ve saç rengini bulunuz.

SORU İŞARETİ

Soru işaretinin yerine aşağıdakilerden hangisi gelecek?

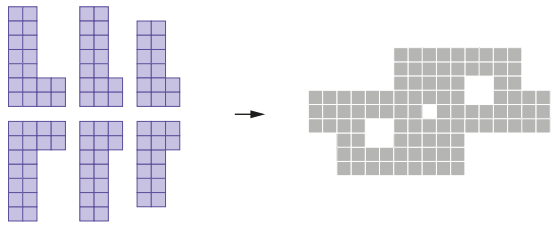
ÇARP VE BÖL

Bir doğal sayıyı 2 ile çarpıp 3'e bölünce, 3 ile çarpıp 4'e bölünce ve 4 ile çarpıp 5'e bölünce hep 1 artıyor.

Bu sayı en az kaç olabilir?

ALTI "L"

Altı "L" parçasını bir araya getirerek sağdaki şekli elde ediniz. Parçalar döndürülebilir ve ters çevrilebilir.



GEÇEN SAYININ ÇÖZÜMLERİ

PİYON YERLEŞTİR

En fazla 20 piyon yerleştirilebilir. Bir yerleşim örneği:

YAZI TURA

En az 5 para atmak gerekir.

O= Beş paradan üçünün yazı gelme olasılığı

$$O = \left(\binom{5}{3} + \binom{5}{4} + \binom{5}{5}\right)(1/2)^5$$
$$= (10 + 5 + 1)/32$$
$$= 16/32 = 0{,}5$$

BALIKÇILAR

576 balık vardı.

Balıkçı sayısı N olsun.

Son balıkçı N+0=N balık almıştır.

Tüm balıkçılar eşit sayıda balık aldıklarına göre toplam balık sayısı NxN'dir.

Birinci balıkçının aldığı balık sayısı =

N=1+(NxN-1)x4/100

N-1=(NxN-1)/25

ÜÇ ARKADAŞ

Barlas: 23 yaşında, Ankara.

Elif: 25 yaşında, İstanbul.

Ceren: 27 yaşında, İzmir.

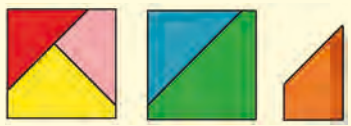
SORU İŞARETİ

31 gelmelidir.

Önce dikey çizgilerin sayısı sonra da yatay çizgilerin sayısının karesi yan yana yazılıyor.

PARÇALAR

3 numaralı parça kullanılmamıştır.



SÖZCÜKLER

Ç	A	T	A	L
İ	L	E	R	İ
Ç	A	N	A	K
E	K	İ	C	İ
K	A	S	I	T

ALFAMETİK

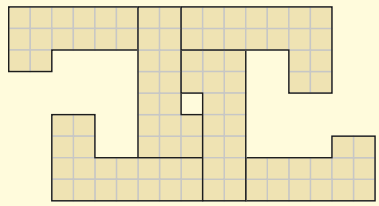
$$\begin{array}{r} 49 \\ \times\ 750 \\ \hline 36750 \end{array}$$

EN UZUN DİZİ

Bu özelliğe sahip en uzun dizi, ardışık 12 sayıdan oluşur:

(994, 995, 996, 997, 998, 999, 1000, 1001, 1002, 1003, 1004, 1005).

ALTI "L"



Yayın Dünyası

Dr. Özlem Kılıç Ekici [*TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi*

Eleştirel Düşünme Kılavuzu

Tracy Bowell, Gary Kemp
Çeviri: Bilge Tanrıseven

TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları,
Yetişkin Kitaplığı, 2019 (4. Basım)

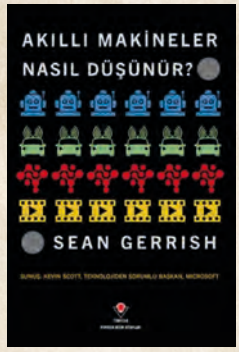
Hayatta sık sık argümanlarla karşılaşırız. Argümanlar, şuna veya buna inanmamız için nedenler sunarak bizi ikna etmeye yönelik girişimlerdir. Bu kitap, okurlarına argümanların saptanmasında, çözümlenmesinde ve değerlendirilmesinde kullanılan kavramları ve teknikleri tanıtarak davranışları ve düşünceleri iyi nedenlere dayanan, bu nedenleri ifade edebilen ve açıkça ortaya koyabilen birer kişi hâline gelmek için gereken araçları sunuyor.

İnternetin Geçmişi ve Dijital Gelecek

Johnny Ryan
Çeviri: Birsen Keleş

TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları,
Yetişkin Kitaplığı, 2019 (3. Basım)

Bu kitapta internetin 1950'lerden günümüze uzanan gelişim hikâyesi anlatılıyor. Savaş, terörizm, entelektüel özgürlük, telif hakkı ihlali ve sansür gibi alanlarda birey ile devlet arasındaki güç dengesinin nasıl değiştiği konu ediliyor. Yazar, internet ağının kendine güvenen niş tüketicilerden oluşan yeni sanal nüfusu nasıl özgürleştirdiğini irdeliyor ve nokta-com patlamasının küçük firmalara dijital pazarlamanın gücünden faydalanmayı nasıl öğrettiğini açıklıyor. Ayrıca, dijital geleceğin medyasını, siyasetini ve işletmelerini şekillendiren yeni trendlere ışık tutuluyor. Bulut bilişimden kullanıcı tarafından oluşturulan içeriğe ve yeni evrensel ortak varlıklara kadar birçok trend ele alınıyor.



Akıllı Makineler Nasıl Düşünür?

Sean Gerrish
Çeviri: Murat Erenel

TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları,
Yetişkin Kitaplığı, 2024 (1. Basım)

Bu kitap günümüz makinelerini bu kadar akıllı hâle getiren yapay zekâ ve makine öğrenmesi alanındaki çığır açıcı gelişmelere ilgi çekici ve anlaşılır bir bakış sunuyor. Akıllı makinelerin dünyayı algılamasını ve dünyayla etkileşime girmesini sağlayan bazı temel fikirleri özetliyor. Yapay sinir ağlarının akıllı cihazların dünyayı algılamasını ve video oyunları ile satranç, go gibi strateji oyunlarını insanlardan daha iyi oynamasını nasıl sağladığını açıklıyor. Ne var ki bilgisayarlar henüz insanlara özgü bilişsel görevlerin hepsinde ustalaşmış değil. Kitapta bazı bilgisayar oyunlarını başarıyla oynayabilecek akıllı makineler geliştirmenin zorlukları da özetleniyor.

Dünyanın En Güzel Öyküsü

Şermin Korkusuz Aslan
Çizim: Seda Antlı

TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları,
Çocuk ve Gençlik Kitaplığı, 2025
(1. Basım)

Begüm çok güzel öyküler yazardı. Öykülerini okuyunca etrafındakiler onu hayranlıkla dinler, bol bol alkışlardı. Begüm de mutluluktan havalara uçardı. Sonra bir şeyler değişmeye başladı... Begüm'ün dünyanın en güzel öyküsünü yazmasını sağlayan bu harika serüvene eşlik etmek ister misin? yapıldığını keşfedin.